N°2 • JUNIO 1998 • ~~350 PTAS.~~

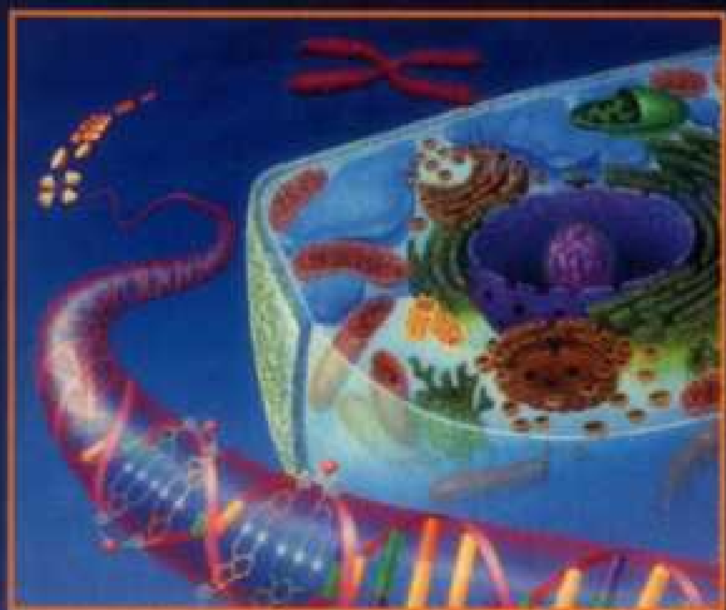
Newton

El espectáculo de la ciencia

SIGLO XXI

En el corazón del ADN • El mundo de los zurdos • El último día de la Isla de Pascua • Los peligros del cielo

Newton • N°2 • JUNIO 1998



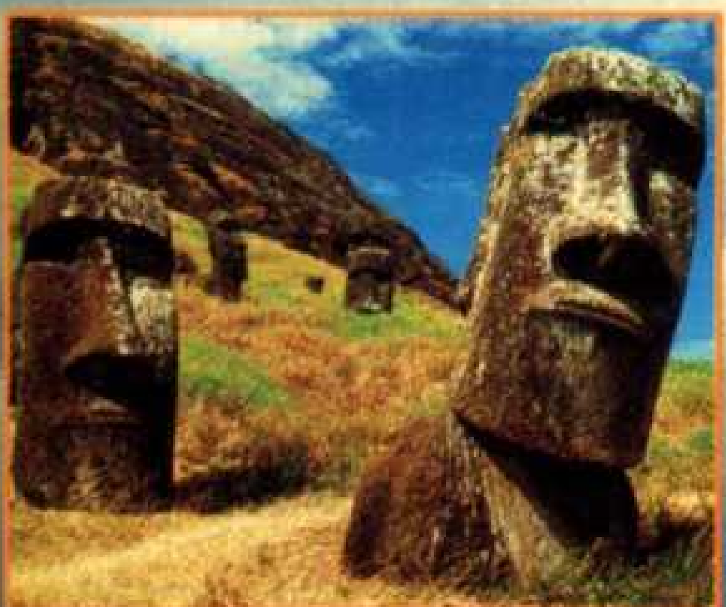
EN EL CORAZÓN DEL ADN

Los misterios del código genético



EL MUNDO DE LOS ZURDOS

Causas y efectos de la vida por la izquierda



EL ÚLTIMO DÍA DE LA ISLA DE PASCUA

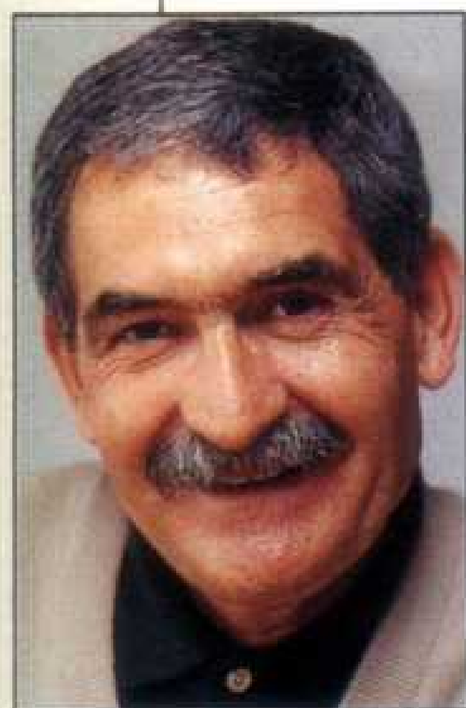
Los errores de una civilización perdida



Los peligros del cielo

La amenaza de los asteroides, radiaciones cósmicas, la metamorfosis del Sol...





Francisco Díaz Pineda*

El valor de la diversidad biológica

La «Cumbre de la Tierra», celebrada en Río de Janeiro en 1992, puso de moda el término «Biodiversidad». Casi no había sido utilizado antes, hasta que, en 1986, tuvo lugar en Washington un congreso de naturalistas ocupados en la conservación de la vida, cuyas actas recopiló E.O. Wilson con aquel nombre. En este congreso, y en el de Río, se reconoció que la biodiversidad era el más importante patrimonio natural de la Humanidad. Su conservación, su explotación «sostenible» y el reparto de los beneficios de ésta debían hacerse de forma equitativa por todas las naciones.

El tiempo está demostrando lo poco interesadas que están las más desarrolladas, principalmente los Estados Unidos, en cumplir el tercero de esos acuerdos. De hecho, éstos no han ratificado el convenio inicial. Y es que, no sin un notable esfuerzo inversor, la biotecnología desarrollada por ciertos países, capaz de hacer consumibles y disponibles en el mercado a organismos silvestres convenientemente seleccionados, no va a servir para que todos terminen aprovechándola amigablemente. O por lo menos no todos al mismo precio. Esto constituye en sí mismo una seria amenaza para la biodiversidad.

Los seres vivos han sido agrupados en cinco reinos –protoctistas, bacterias, hongos, plantas y animales (omitiéndose aquí a los virus, sin estructura celular)–. Las especies son «discontinuidades» de la vida, formadas por «unidades» (individuos o especímenes). La biodiversidad es el conjunto de todos ellos. La vida recurre a estas soluciones, capaces de reproducirse, para transformar la energía solar, primero almacenándola y luego disipándola, y permanecer en el planeta el mayor tiempo posible. Nadie sabe con certeza cuantas especies hay. Quizá diez millones. Se han descrito poco más del millón. Plantas y animales son los más conocidos. Bien visibles en el paisaje, constituyen alimentos, medicinas y muchas de las materias primas. El número de especies de algas, bacterias y hongos empleados en la moderna industria biológica supera al de plantas cultivadas y animales domésticos, aunque no al número de vegetales más o menos silvestres que forman los pastos consumidos por el ganado en todo el mundo, los insectos que los polinizan o los animales del suelo que inician la descomposición de sus restos.

R. Margalef considera que la diversidad biológica es el lenguaje de los sistemas ecológicos, y que la biodiversidad equivale a su diccionario. Desde los años 40 los ecólogos vienen estudiando la diversidad. Ésta se mide habitualmente en *bits* y viene a expresar tanto el número de especies que coexisten en un lugar como las proporciones de sus respectivas abundancias. Un *bit* es el logaritmo en base dos del número dos –la diversidad de un lugar con dos especies con igual número de individuos–. Dos *bits* vale la diversidad de un sitio con cuatro especies equiprobables. Tres la de un lugar con ocho especies etc... Jugando con el número de especies que pueden vivir en un sitio y los éxitos relativos de sus poblaciones, la naturaleza consigue organizar la vida de multitud de formas. Por ejemplo, de manera muy compleja en el mundo mediterráneo, y mucho más sencilla en Centroeuropa. Los pastizales de las dehesas españolas contienen unas 600 hierbas diferentes, distribuidas en una proporción tal que su diversidad llega a alcanzar siete *bits*. Ello representa unas posibilidades de organización biológica descomunales, sólo alcanzadas también por los bosques tropicales. Las dehesas son un paradigma mundial de la conservación de la naturaleza y de su explotación sostenida. Los bosques tropicales un reservorio excepcional de carbono cuya destrucción puede propiciar un cambio climático anormal.

Interesada en conocer qué relación hay entre el número de organismos de un lugar y el de las especies a que pertenecen, la ciencia ecológica está consiguiendo relacionar producción, explotación, estabilidad, economía de minerales, resistencia a la sequía y otros fenómenos de interés económico, con la diversidad. Valores altos de ésta están asociados a otros óptimos de aquéllos según qué ecosistemas.

La diversidad y la biodiversidad son también resultado de la gestión tradicional de los recursos naturales. Las razas, variedades y forma de plantas cultivadas y animales domesticados por ciertas culturas milenarias, como la mediterránea, centroamericana o surasiática, constituyen un patrimonio inmenso, hoy amenazado por la agricultura industrial y ciertas concepciones del «desarrollo». Depende de todos nosotros detener esta amenaza y actuar con sensatez.

Catedrático de Ecología de la Universidad Complutense de Madrid. Presidente de WWF España (Adena).

Páginas 2 y 3 con publicidad

Newton
El espectáculo de la ciencia
SIGLO XXI

JUNIO 1998. AÑO 1 - N. 2
REVISTA MENSUAL DE CIENCIA Y CULTURA
Pradillo, 42. Telf.: 586 43 21-25. Fax: 586 46 24. E-Mail: newton@el-mundo.es

Editor: Juan Carlos Laviana

Director: Antonio Romero

Coordinación: Francisco Rego y José Luis Ortega

Director de Arte: Luis M. Turnes

Redacción: Gema Sánchez Navas, Pilar Grosso, Ana Goñi y Lorena Ruano

Colaboradores: Paloma Casado, José Manuel Vidal, Santiago Escalada, Alberto Luchini, Lita Santoncanale Riggio, Giovanni Siniscalchi, Ana Marta Moreno, Andrea Frova, Francesca Capelli, Juan Pons, Beatriz Paredes, Jared Diamond, Enric Pastor, Alberto de las Fuentes, Josep M. Escofet y Javier Ibáñez (Infografía)

Exclusiva de publicidad: Publiespaña S.A.
Oscar González Comas (Coordinador)
Plaza Plablo Ruiz Picasso, s/n
Torre Picasso, Planta 14
Telf.: 394 04 39

Fotomecánica: Gama Color

Imprime: Rotedic

Distribuye: Unidad Editorial

Depósito Legal: M-11659-1998

Edita: Ediservicios M-2000
Pradillo, 42
Telf.: 586 43 21-25
Fax: 586 46 24

Administrador único: Juan M. González Díaz

Coordinador General: Jaime Gutiérrez-Colomer

Ediservicios M-2000 es una sociedad del Grupo **Unidad Editorial**

Presidente: Alfonso de Salas

Director Editorial: Pedro J. Ramírez

Director General: Balbino Fraga

Director Gerente: Antonio Fernández-Galiano

Director Comercial: Alejandro de Vicente

En colaboración con
RCS Periodici S.p.A.

Newton
Newton Press Inc. Japan.
Newton publica en exclusiva para España textos, fotos e ilustraciones de los mensuales *Newton* editados en Japón e Italia.



14

Las amenazas que llegan del cielo
Los asteroides representan un peligro latente para nuestro planeta, aunque no el único que puede llegar desde el espacio.



58

Una civilización perdida
La masiva deforestación causada para construir sus legendarias estatuas (moais) acabó con Rapa-Nui.

102

La lucha contra los límites del ser humano
En el atletismo se pone a prueba la capacidad de nuestro cuerpo, cada vez más cerca de su máximo nivel.





74

El mundo por la izquierda
Científicos, políticos, artistas… grandes personajes de la Historia coinciden en un rasgo de su personalidad: el uso preferente de la mano izquierda.

SUMARIO



118

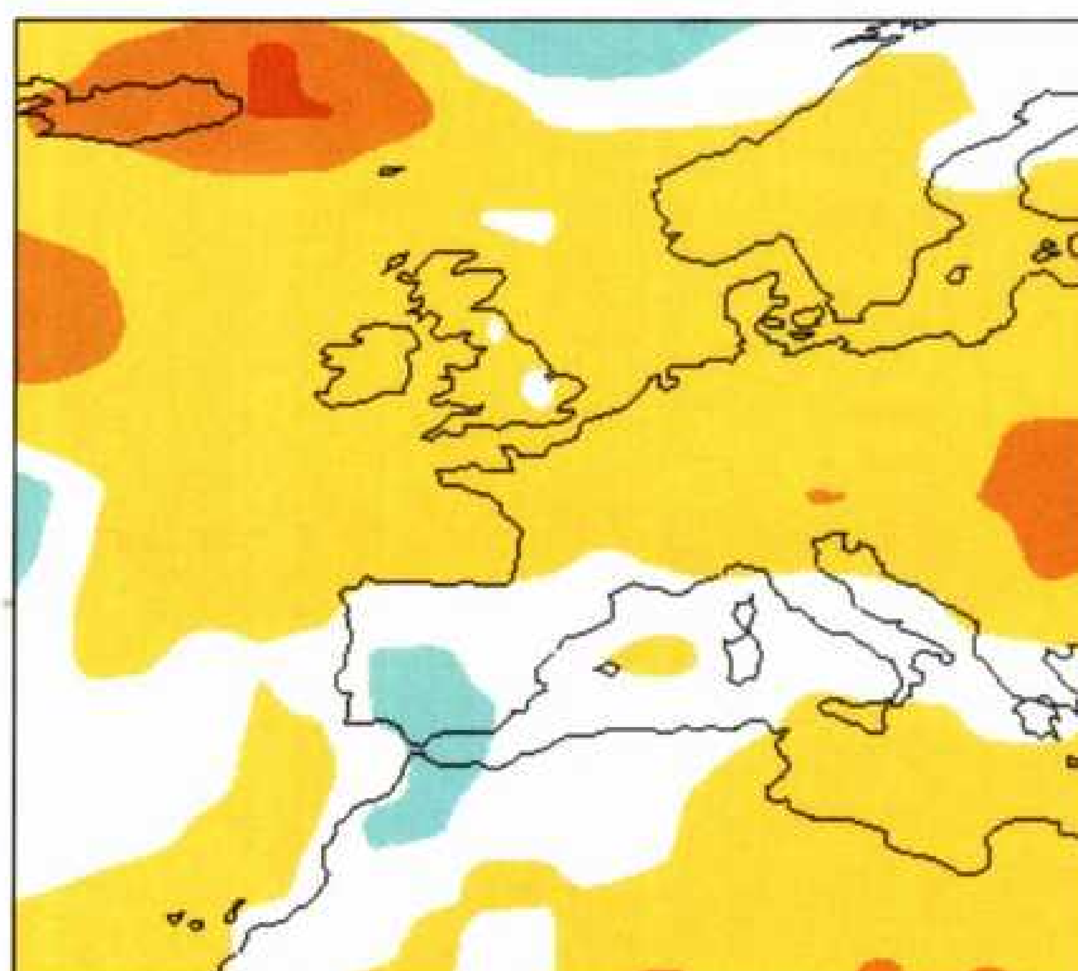
Lo último en aviones militares
Ha costado más de 300.000 millones de pesetas, puede destruir Madrid en pocos minutos y el radar no lo detecta. Es el superbombardero B-2.



124

Crustáceos invasores
Los habitantes de la isla de Christmas ya se han acostumbrado. Todos los años en el mes de noviembre, millones de cangrejos superan cualquier obstáculo para reproducirse en el mar.

SECCIONES



132

El tiempo que hará en vacaciones
Hacer un pronóstico sobre el tiempo siempre ha sido objeto de debate, de aciertos y de errores. Ahora, el Instituto Meteorológico Europeo con sede en la ciudad británica de Reading se ha atrevido a realizar sus predicciones con varios meses de antelación. En exclusiva para *Newton*, el tiempo que tendremos este verano.



136

El código genético, a examen
Les proponemos un viaje al mismísimo corazón del ADN, la molécula que crea la vida en la Tierra. Todo sobre el código genético: composición, posibles alteraciones...

SEGÚN SUE SAVAGE-RUMBAUGH, de la Universidad de Georgia, los chimpancés bonobo se comunican entre sí mediante símbolos, contradiciendo la creencia de que los primates no tienen estructura cerebral para este tipo de comunicación.

A la caza del virus de 'la española'

Una expedición científica intenta encontrar las huellas del virus de la 'gripe española' la primera y mayor epidemia de esta enfermedad padecida en nuestro siglo. Se trata de una de las misiones médicas más singulares y su cometido es recuperar lo que queda del virus en los cuerpos de siete noruegos víctimas de esta epidemia que azotó una nave de pasajeros en tránsito por las aguas del Ártico. Se cree que los cuerpos, sepultados bajo el hielo desde hace 80 años, conservarán restos suficientes para recuperar las llamadas huellas genéticas del virus. Para encontrar los restos de los siete noruegos se servirán de un radar especial. Según los expertos, el virus estaría todavía íntegro, conservado a temperaturas polares, dentro de los pulmones de las víctimas. Sin embargo, los científicos deberán tener mucho cuidado en aislarlo correctamente para evitar 'despertarlo' con consecuencias obviamente devastadoras.

Satélites contra terremotos

Los satélites podrían ayudar a los sismógrafos a prevenir los terremotos. Al menos, así lo afirman dos expertos chinos, Zhou Sumin y Liu Xangoei. Según ellos los satélites conectados con observatorios situados a una distancia no superior de 50 kilómetros de las zonas consideradas de alto riesgo son capaces de anunciar con antelación la llegada de los temblores. Los dos sismólogos sostienen que «en las zonas consideradas críticas, la corteza terrestre sufre continuas y progresivas modificaciones en los fluidos del subsuelo, en la composición geológica y química de la tierra, así como en la temperatura, que son detectadas por los satélites». Los científicos chinos intentan, desde hace tiempo, prevenir los terremotos basándose en las modificaciones de los parámetros geofísicos de un territorio, pero con resultados poco apreciables: hasta ahora no han tenido éxito en ninguna predicción.



Al colegio, con uniformes de plástico

Firmas famosas, como Blumarine y Dolce & Gabbana, han confeccionado trajes, chaquetas, abrigos, vaqueros y mochilas, con tejidos obtenidos de botellas de plástico recicladas. Además, algunas escuelas japonesas han adoptado como uniformes tejidos realizados con plástico, con el fin de sensibilizar a los jóvenes en la necesidad del reciclaje de residuos. Bastan 15 botellas para fabricar un chaquetón de color azul oscuro, usado en las escuelas del país del Sol Naciente.



La cuchara rosa que avisa de las quemaduras

Los niños se queman frecuentemente el paladar y los labios ingiriendo alimentos excesivamente calientes. Este inconveniente está en vías de solución gracias a una nueva cuchara patentada por la empresa inglesa B&H Liquid Crystal Devices. El cubierto lleva un material especial sensible al calor que cambia su color azul por el rosa, cuando la temperatura del alimento supere una cierta temperatura.

La donación de órganos aumentó en España en casi un 13% en el primer trimestre de 1998. Con este avance nuestro país se convierte en el líder mundial en donaciones con 29 por cada millón de habitantes. Curiosamente, aumentan los trasplantes de páncreas e hígado y disminuyen los de corazón.

Las causas del diluvio

El diluvio universal, que menciona la Biblia se trata, según Bill Ryan y Walt Pilman del Lanmont-Doherty Earth Observatory de Nueva York, de un hecho real: el desbordamiento del mar Negro y el ensanchamiento de su área costera. Lo que hoy llamamos mar era un lago formado en una depresión donde confluían las aguas provenientes de la retirada de los hielos al final de la era glacial. Hace unos 7.000 años la presión del agua del Mediterráneo aumentó al derretirse los hielos hasta derribar una barrera de sedimentos en el Bósforo. Una zona de 100 kilómetros cuadrados quedó totalmente anegada.

Equipos españoles para la NASA

La tecnología espacial española empieza a tener cada vez más importancia en las misiones de la NASA. Además de contar con un astronauta español, Pedro Duque, la agencia norteamericana ha utilizado en su última misión Neurolab unidades de visualización de gráficos y datos desarrolladas en el centro de investigaciones tecnológicas de la empresa Ikerlan, en Mondragón (Guipúzcoa). Los astronautas usan estos sistemas para conocer mejor cómo se comporta el sistema nervioso central en ausencia de gravedad. El laboratorio Neurolab fue lanzado al espacio el pasado día 17 de abril, a bordo del transbordador Columbia. Durante 16 días, sus tripulantes estudiaron sobre decenas de animales el tipo de trastornos que sufre el cerebro de los seres vivos fuera de la Tierra.





Alerta mundial: los desiertos crecen

La desertización es un problema acuciante. Más de 135 millones de personas corren el riesgo de verse obligados a emigrar a causa del avance de los desiertos. Este flujo humano tendría consecuencias devastadoras, incluso para las ciudades que serían 'invadidas' y puestas en estado de emergencia. Para prevenir los problemas evidentes que provocaría un éxodo semejante, la Conferencia de la ONU sobre la Desertización convocó en Roma a alcaldes de todo el mundo. Una de las soluciones que han salido de esta reunión, prevé una serie de inversiones de las ciudades para desalentar la emigración de masas, abasteciendo de ayudas y tecnología para combatir la desertización y promoviendo el desarrollo de los países castigados por este fenómeno.

Cultivos de tejidos para trasplantes

En breve los trasplantes en el cuerpo humano contarán con la inestimable ayuda de los cultivos realizados en el laboratorio. Las técnicas de reproducción de tejidos como cartílagos y piel ya están muy perfeccionadas y en Gran Bretaña y Estados Unidos se intentará una intervención con estos 'materiales'. Los experimentos realizados con animales «han tenido éxito y no hay motivo para pensar que no sea así con seres humanos», asegura Gail Naughton presidente de la Advanced Tissue Science de La Jolla en California. En el Reino Unido, además de la piel, a la venta con el nombre de *dermograft*, se han recreado articulaciones completas de los dedos y las extremidades. La reproducción se realiza a partir de un soporte biodegradable en el que se han implantado células del tejido a cultivar, éstas se multiplican gracias a una nutrición y un ambiente apropiados, distribuyéndose sobre el soporte y digiriéndolo lentamente hasta que desaparece creando un órgano nuevo.



NUEVO MÉTODO PARA EL DIAGNÓSTICO DE TUMORES. En el Instituto israelí Weizman, se intenta acabar con las biopsias para averiguar la naturaleza de un tumor. Para ello inyectan en la sangre una sustancia que aumenta los contrastes y después someten la parte enferma a resonancia magnética.

'El Niño' se lleva la arena de la playa de Copacabana

Una de las playas más famosas del mundo, la de Copacabana en Río de Janeiro, se está quedando sin arena a causa de la insólita combinación de un fuerte oleaje excepcional y los cambios climáticos causados por 'El Niño', la corriente marina que está afectando a medio mundo. Según los cálculos realizados por los ingenieros cariocas, las olas han transportado mar adentro por lo menos 100.000 metros cúbicos de arena. «La culpa es de 'El Niño', pero el mar devolverá la arena a la playa», ha declarado el oceanógrafo Paulo Rossman. «El recalentamiento del Atlántico sur ha creado una corriente desde el sudeste que golpea la playa, aumentando los efectos de la marejada y formando olas de más de tres metros de alto y de 200 de largo». La población, desconcertada, se ha agolpado en la costa para observar el extraño fenómeno.



Una mosca con patas en la cabeza

El investigador español Fernando Casares ha manipulado con éxito los genes de una mosca de la fruta, *Drosophila Malanogaster*. La mutación genética ha deparado que el insecto nazca con patas en la cabeza, en lugar de sus antenas naturales, y permitirá avanzar en la comprensión del desarrollo de los órganos del animal. El descubrimiento, realizado en un laboratorio neoyorquino, ha sido publicado en la revista *Nature* e incide en los trabajos para desvelar los mecanismos que desarrollan los órganos.



Golondrinas mutantes en Ucrania

A 10 años de la explosión de la central nuclear de Chernobil, han aparecido en Ucrania golondrinas víctimas de un albinismo anómalo. Los investigadores, según lo que ha publicado la revista británica *Nature*, han descubierto un notable aumento de los casos de albinismo, probablemente también hereditarios, en la especie *rondine rustica*. En Chernobil, las mutaciones de estos pájaros son proporcionalmente de dos a 10 veces superiores en relación a las detectadas en otras regiones de Ucrania o en otros países europeos. Los expertos siguen estudiando las consecuencias del accidente nuclear de 1986 sobre los seres vivos y han documentado el aumento de los casos de tumores de tiroides y de leucemia entre los jóvenes.

Nature.

Un beso puede provocar gastritis

Que besar es bueno para la salud parece un dicho que hay que poner en cuarentena. Ciertas investigaciones han descubierto que el beso favorece la transmisión de la bacteria *Helicobacter pylori*. Este germen es el responsable principal de la gastritis que, a su vez, puede degenerar en úlcera gástrica. El vehículo de transmisión es como tantas veces la saliva, uno de los líquidos orgánicos con más alto contenido bacteriológico. «Las investigaciones más recientes» explica el profesor francés Gabriele Budillon «permiten prever que dentro de algunos años estará lista una nueva vacuna contra esta bacteria». Lo que no indica es si hasta entonces deberemos besarnos con mascarilla.



Hipótesis sobre el fin del mundo

La fecha más probable es también la más remota: de aquí a 5.000 millones de años el Sol se tragará a una Tierra que llevará mucho tiempo desértica. Pero antes, se producirá la extinción del campo magnético (y por tanto la del ser humano), las glaciaciones y, posiblemente, la colisión con un asteroide, una amenaza que en estos últimos años ha tomado cuerpo. Les presentamos las hipotéticas catástrofes que nos aguardan

POR LITA SANTOCANALE RIGGIO

Ciertamente ocurrirá, de aquí a 5.000 millones de años. La Tierra, en un escenario apocalíptico, será engullida por su estrella, rodeada por el anillo del Sol moribundo. De aquí a 5.000 millones de años: ¿seguro que queda tanto para el Apocalipsis? A juzgar por la corteza terrestre y su corazón de lava, cabe esa posibilidad, pero, a causa de la vida sobre la Tierra y los efectos del hombre y su civilización, la catástrofe parece más inminente y podría sobrevenir durante nuestra generación o la de nuestros descendientes más inmediatos. La catástrofe puede llegar desde el espacio o por efecto de la acción irreflexiva del hombre, plasmándose en drásticas mutaciones del clima o del magnetismo. Según estudios recientes, la investigación del futuro del planeta, exenta de cualquier psicosis de fin de milenio o de reclamos publicitarios, construye un recorrido jalonado en etapas perfectamente delimitadas, que se inicia con esas masas espaciales capaces de perforar la capa atmosférica: los asteroides, peligrosos compañeros de viaje de la Tierra.

Sistema solar

Asteroides, un peligro real

De aquí a ocho años, el asteroide Ícaro podría caer en la Tierra; dentro de 30, el planeta corre peligro de sufrir el impacto destructivo de otro asteroide llamado XF11. Estas voces de alarma, lanzadas respectivamente por científicos rusos y norteamericanos, estremecieron en su momento a la opinión pública que, poco a poco, se ha olvidado de ellas. Sin embargo, no puede excluirse la hipótesis de que un asteroide surja de repente del espacio interplanetario y apunte directamente a nuestro planeta.

El peligro es real. La Tierra, que surgió del impacto de planetas infinitamente pequeños, al igual que el resto de cuerpos celestes del sistema solar, ha sufrido durante 3.900 millones de años duros bombardeos en cadena.

En los últimos 700 millones de años, la frecuencia de los impactos ha disminuido progresivamente hasta alcanzar el nivel actual, que los científicos consideran estable y que se calcula en términos de una explosión cada 1.000 años para objetos de casi 100 metros de diámetro, una cada 100 años para objetos de casi un kilómetro de diámetro, y una cada 30 millones de años para las grandes explosiones de 10 kilómetros de diámetro. Los datos no son precisamente alentadores.

Los asteroides (el primero de ellos, Ceres, lo descubrió en 1801 el astrónomo Giuseppe Piazzi en el Observatorio de Palermo) son numerosos cuerpos pequeños que se concentran en su mayor parte entre las órbitas de Marte y Júpiter, donde forman un haz circular. Algunos, por efecto de las fuerzas gravitacionales, se deslizan por órbitas más bajas que se aproximan o cruzan la de la Tierra. Estos huéspedes poco apreciados se mueven alrededor de una órbita bastante elíptica, una circunstancia de suma importancia para el estudio de sus tiempos y formas de aproximación.

Las estadísticas avisan: cada 1.000 años nos impacta un asteroide

El número de los llamados NEO (objetos que viajan próximos a la Tierra) es innumerable: se cree que los que poseen un diámetro superior a un kilómetro son casi 2.000, y 350.000 los que cuentan con un diámetro superior a los 100 metros. Estos últimos se consideran auténticos destructores espaciales.

Las huellas de los impactos de los asteroides sobre la superficie de la Tierra han sido borradas, en su mayoría, por la formación de cadenas montañosas y a causa de la erosión. Sin embargo, sí han resistido algunos grandes cráteres de origen meteórico: se piensa que el célebre Chicxulub de México con 200 kilómetros de diámetro, que surgió tras una explosión producida hace 65 millones de años, puso fin a la existencia de los dinosaurios en nuestro planeta.

UN MAR DE ROCAS APARENTEMENTE TRANQUILO
El dibujo representa una extensión de asteroides que parecen flotar inocuos en el espacio. Pero esta imagen, aparentemente inofensiva, esconde una amenaza latente para nuestro planeta.



LAS ÓRBITAS ERRANTES DE LOS PROYECTILES ESPACIALES

Los asteroides se concentran en su mayoría entre las órbitas de Marte y Júpiter. Algunos de ellos, por efecto de las fuerzas gravitacionales de los planetas, pueden modificar sus órbitas llegando a interceptar las de planetas más cercanos al Sol como la Tierra.

El diámetro del destino

En el cielo surge, de repente, un segundo Sol. En un abrir y cerrar de ojos, explota. En el más profundo silencio se eleva, desde el suelo, una nube en forma de hongo. Así es como James Scotti, investigador jefe del Observatorio Lunar de la Universidad de Arizona (Estados Unidos), visualiza el impacto del asteroide de 30 metros de diámetro que cayó hace 50.000 años en Arizona. Scotti ha reconstruido ese terrible choque y ha concluido sus estudios respecto a los daños que pueden provocar los asteroides con la identificación de tres grandes clases de impactos.

Las rocas estrechas, de diez metros de diámetro como máximo, son muy numerosas.

Por fortuna, la mayor parte de los meteoritos se desintegra en la atmósfera

Una docena de ellas podría golpear la Tierra cada día, liberando una energía de choque de 50.000 toneladas. Sin embargo, la mayoría se desintegra al entrar en contacto con la atmósfera. Fue lo que ocurrió con la lluvia de meteoros de Siberia en 1947, cuando un objeto de 200 toneladas formó más de 200 cráteres al desintegrarse a algunos kilómetros de la superficie terrestre.

Los daños que provocan los de calibre medio, cuyo diámetro se encuentra comprendido entre los 50 y los 100 metros, pueden considerarse graves, si bien limitados a un territorio pequeño. El impacto que se produjo en 1908 cerca de Tungusha (Siberia) hubiera provocado mayores daños que las bombas atómicas de Hiroshima y Nagasaki si en lugar de caer en una zona de bosque lo hubiese hecho en una gran ciudad. Pese a que se considera que solamente se trató de un golpe de refilón, quienes lo presenciaron a cientos de kilómetros de distancia recuerdan haber visto cómo ardía el cielo mientras sentían un calor sofocante. La luminosidad del cielo llegó a observarse desde Europa.

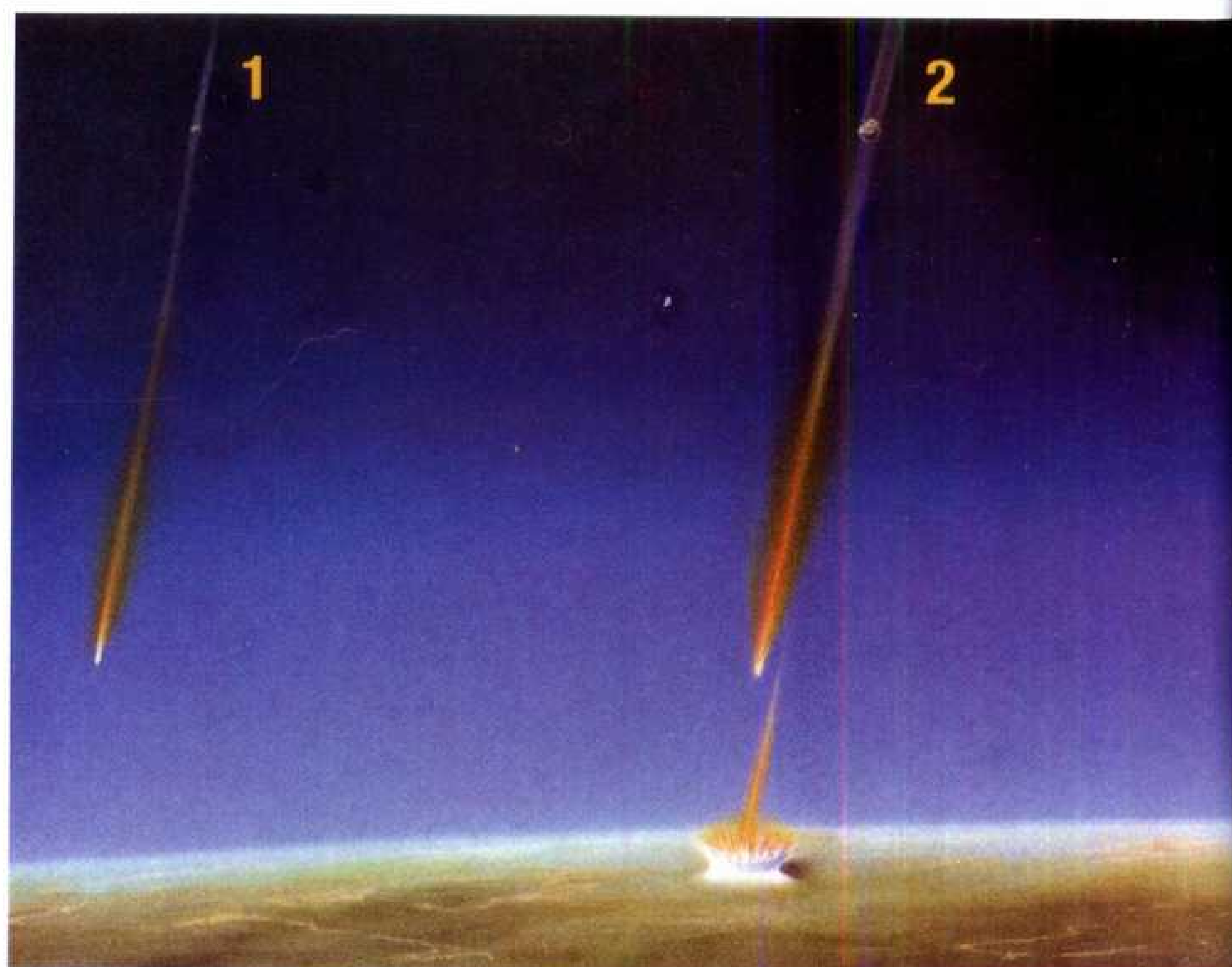
La llegada de la catástrofe planetaria siempre se ha relacionado con un asteroide de un kilómetro de diámetro, pero bastaría con que chocara uno la mitad de grande para causar graves estragos en el planeta. Un cuerpo de 200 metros de diámetro levantaría una ola capaz de destruir zonas costeras y ciudades por todo el planeta. El escenario de la hecatombe planetaria reproduciría en escala lo acaecido hace 65 millones de años, cuando un gigantesco bólido de más de 10.000 metros se abatió sobre la península del Yucatán. El impacto provocó un movimiento de tierras, y los fragmentos y polvo desprendidos formaron una nube que impidió que los rayos del sol calentaran el planeta. Fue la gran colisión que extinguió los dinosaurios y acabó con más de la mitad de las especies.

Prueba de estos impactos son los rastros de iridio que se han encontrado por todo el planeta en cantidades superiores a las normales. El iridio está presente en los asteroides y los científicos lo consideran la impronta fósil de catástrofes pasadas.



VAPORES HIRVIENDO TRAS EL IMPACTO
Si un gran asteroide cayese al mar, los efectos serían terribles. Provocaría la subida de vapor de agua a más de 100° C y un efecto invernadero que formaría una ola asesina.

Las distintas clases de bombas





LOS DÍAS DE LAS LLUVIAS TORRENCIALES
En la superficie de las aguas y de las tierras colindantes, con temperaturas tórridas por el efecto invernadero, la condensación del vapor del agua desataría fuertes lluvias.



TRAS LA TEMPESTAD, EL REINO DEL GLACIAL
Una vez convertido el vapor en lluvia, finalizaría el periodo de las altas temperaturas. El polvo impediría el paso de los rayos solares y se formarían grandes masas de hielo.

espaciales que caen sobre tierra firme



• 1 - Resplandor en la atmósfera
La mayor parte de los asteroides que caen en dirección a la Tierra no tienen más de 10 metros de diámetro, por lo que casi todos se desintegran al penetrar en la atmósfera. Tan sólo el 1% se convierte en pequeños meteoritos.

• 2 -Impactan los de calibre medio
Cuando caen asteroides con un diámetro de algunas decenas de metro en un promedio de uno cada cien años, los efectos revisten ya cierta gravedad, aunque sólo se dejarían sentir en un territorio relativamente pequeño.

• 2 - La llegada de la hecatombe
Un cuerpo de un kilómetro de diámetro produce una catástrofe planetaria: el polvo impide el paso de los rayos solares y se inicia la glaciación. Estos fenómenos ocurren cada 100.000 años.



CRÁTER GIGANTE TRAS UN IMPACTO PEQUEÑO
Cráter del meteorito que cayó cerca de Winslow, en Arizona. El agujero, de un kilómetro de diámetro, se formó por el impacto de un cuerpo celeste de sólo 30 metros.

Destruirlos no basta: es preferible desviarlos o atraparlos en una red

• **Según los científicos, si se provoca una explosión** cerca de un asteroide es posible que ésta desvíe su trayectoria e impida que caiga en la Tierra. Sin embargo, en el caso de asteroides más grandes, se necesitarían explosiones violentas con el riesgo de que provocasen caídas de fragmentos peligrosos, en el caso de asteroides pedregosos. Para evitar males mayores, podrían enviarse robots espaciales para recoger muestras con las que poder determinar la estructura física del asteroide que se aproximase, siempre que quedara tiempo para hacerlo. Es posible, por tanto, que una misión experimental destinada a la recogida de muestras parta al detectarse la aproximación de un asteroide considerado poco peligroso. De hecho, las recientes películas *Deep Impact* y *Armageddon* relatan misiones tripuladas en el espacio para combatir este peligro, y seguramente veremos otras películas presentando hipótesis ulteriores. Pero mientras tanto, algunos laboratorios del Departamento de Defensa de Estados Unidos están trabajando en una red protectora de filamentos de tungsteno entrelazados que permita soslayar el peligro.



• **Desde la Tierra se lanza un misil** para que colisione con el asteroide que amenaza el planeta.



• **A poca distancia del asteroide** el misil hace explotar una cabeza nuclear.



• **Por efecto de la explosión** el asteroide desvía su trayectoria alejándose de la Tierra.



Misiles contra asteroides

La creciente preocupación por los asteroides y la sed de efectos especiales han encontrado respuesta en Hollywood. Dos grandes superproducciones sobre la defensa ante el peligro de las *bombas* espaciales se habrán estrenado (*Deep Impact*, 15 de mayo), o estarán a punto de hacerlo (*Armageddon*, 17 julio) cuando este número llegue a sus manos. Dirigida por Mimi Leder y producida por Steven Spielberg, *Deep Impact* incide en las consecuencias del choque de un cometa con la Tierra, de las formas de evitarlo y de las reacciones humanas ante la catástrofe. Tendrá que competir con *Armageddon*, producida por Disney, con Bruce Willis de protagonista principal, más efectos especiales y presupuesto.

Si pasamos de la ficción a las posibilidades efectivas de defensa con las que contamos, los hechos no parecen claros. Según Mario Carpino, secretario de Spaceguard, la Fundación que se creó tras los estudios realizados por el grupo de trabajo sobre los asteroides que promovió la Unión Astronómica Internacional «hasta la fecha sólo se conoce el 10% de los asteroides que se aproximan a la Tierra y para determinar su órbita es necesario observarlos de forma continuada durante largos periodos de tiempo». «El problema» continúa Carpino «estriba en que con cada nuevo dato extraído de las observaciones, la órbita de un asteroide podría haber cambiado respecto a lo establecido anteriormente. En el caso del XF11 todas las previsiones apuntan a que estamos fuera de peligro, pero no puede decirse con absoluta certeza que su trayectoria espacial no cambie en el futuro; ni tampoco puede excluirse que antes de que llegue ese momento no vaya a producirse el impacto de un bólido desconocido».

Miembros de esta Fundación han mantenido en los últimos días una serie de encuentros con otros grupos para coordinar lo mejor posible las observaciones, condición indispensable para garantizar nuestra salvaguardia.

De cada diez asteroides que viajan hacia la Tierra nueve son un misterio

Si no se individualizan, catalogan y estudian las órbitas y las estructuras del 90% de cuerpos que todavía quedan por conocer y que suponen una amenaza para nuestra supervivencia no podría hablarse de una protección eficaz.

Después de que el Congreso de los Estados Unidos rechazara un primer proyecto que preveía la construcción de cinco o seis observatorios con estos fines, es evidente que por lo que se refiere a su financiación, las oscuras y amenazadoras *piedrecitas* interplanetarias no parecen una prioridad frente a los fascinantes proyectos astronómicos que se planean. Por su parte la Fundación, espera construir un observatorio propio, y trabaja en la obtención de tiempos continuados, mediante telescopios existentes a los que adaptar la instrumentación, algo que ha logrado el grupo de Tom Gehrels en Arizona.

LA CARA DEL ENEMIGO
El dibujo muestra a Toutatis, un asteroide considerado peligroso, aproximándose a la Tierra. Está formado por dos cuerpos de forma irregular, con un diámetro de 4 y 2,5 kilómetros.

El desierto de los bárbaros

El éxodo bíblico para escapar de las penurias será insignificante comparado con la enorme migración a la que se verán abocados los seres humanos para encontrar un entorno habitable en el futuro. El escenario del sobrecalentamiento de la Tierra, al que contribuye de forma evidente la acción devastadora del hombre tanto por la destrucción masiva de bosques, como por la emisión de gases industriales contaminantes (efecto invernadero), podría afectar de lleno a nuestros nietos, puesto que todo apunta a que se producirá en menos de un siglo.

El calentamiento de la Tierra sólo provocará hambre y desolación

Frente a la imagen de prósperas ciudades antiguas que se alzaban sobre ricas extensiones en agua, surge otra de una decadencia inevitable debido a los cambios climáticos que han llevado a una progresiva desertización de las zonas ubicadas en latitudes medias, y a una migración continua en ambos hemisferios.

En los tiempos en que el número de habitantes del planeta era pequeño y los confines del mundo estaban sin definir, las migraciones sólo provocaban enfrentamientos entre tribus locales. Sin embargo, ahora conllevarían problemas insalvables. Los desastres climáticos se traducen en una disminución de la superficie habitable, merced a las inundaciones procedentes de glaciares derretidos y a la desertización, lo que provocará el pánico generalizado de todos los habitantes del planeta. Un cóctel letal en el que el hambre y la locura no tendrán freno y las matanzas masivas estarán al orden del día.

Recientemente Brasil ha tenido que movilizarse para extinguir los incendios en la selva amazónica, mientras que el Sudeste asiático se encuentra evaluando los daños causados por la quema de miles de hectáreas de bosque tropical; incendios que conducen a la desertización y a la inutilidad de los terrenos. Desde el continente africano azotado por la sequía, 20 millones de lo que podría llamarse *eco-refugiados* están a punto de traspasar las puertas de Europa. El Banco Mundial ha invitado a los economistas a que revisen las previsiones del Producto Interior Bruto (PIB) teniendo en cuenta los daños del efecto invernadero y las causas del sobrecalentamiento de la Tierra. La revista *Nature* revela que algunas especies de flora alpina han empezado a emigrar a zonas más elevadas.



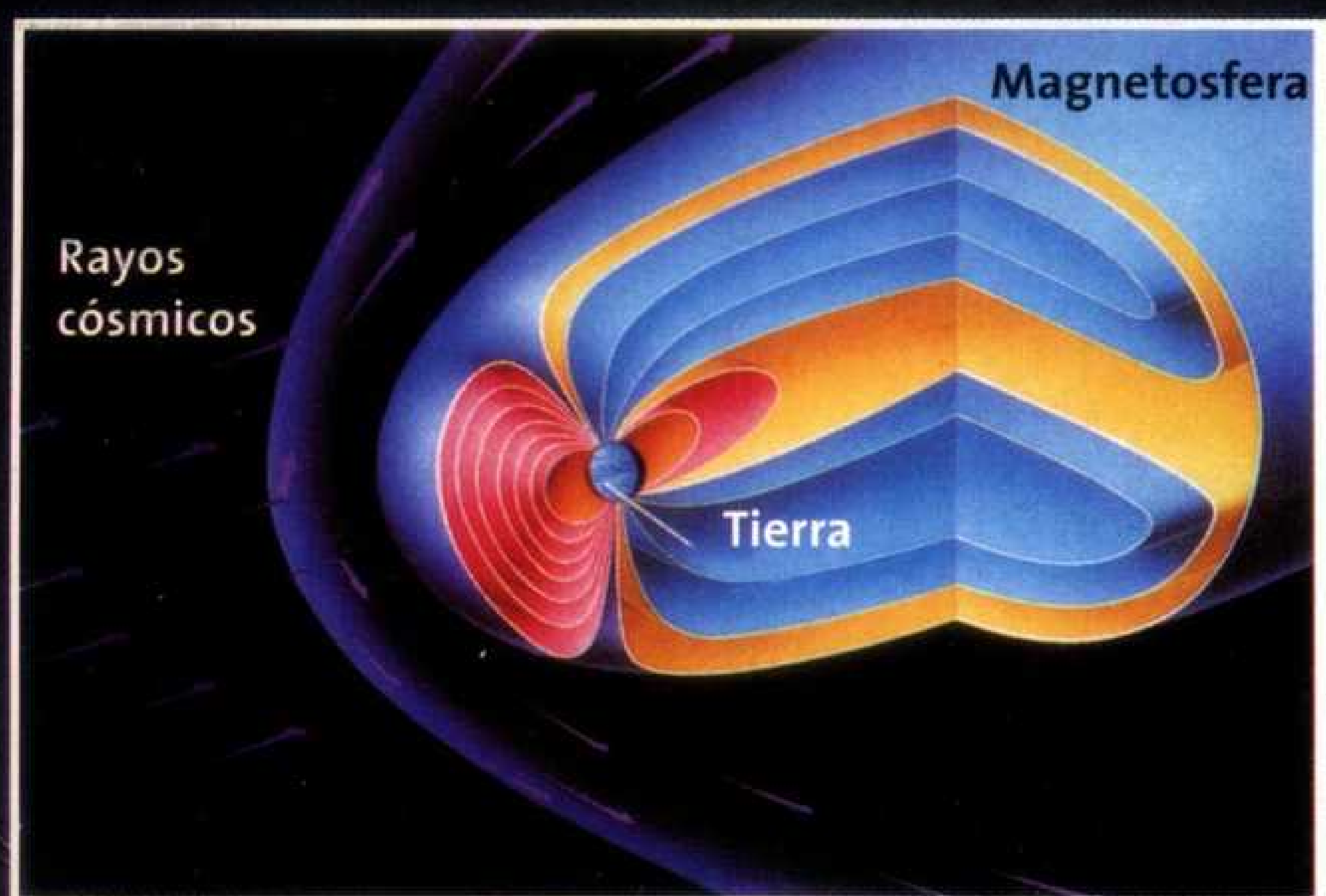
Las nuevas capitales del mundo

• **Adiós desierto cruel, adiós.** En este mapa se muestran las ciudades donde se desarrolló la civilización antigua, así como las grandes metropolis de nuestros días, señalando en marrón las zonas áridas y en verde las húmedas. Como puede observarse, las ciudades antiguas se encontraban en lo que entonces era la zona húmeda del planeta, hoy completamente desértica debido a causas naturales. Actualmente, sin embargo, a las naturales alteraciones climáticas deben sumarse las causadas por la acción del hombre, como el efecto invernadero, por lo que grandes ciudades como Roma o Londres podrían en un corto espacio de tiempo sumirse en la decadencia, mientras ven alzarse otras en las latitudes altas de Canadá y de la zona septentrional de Europa del Este.



1 Teotihuacán	7 Jerusalén	1 Los Ángeles	7 Roma	1 Anchorage	7 Moscú
2 Nazca	8 Babilonia	2 Nueva York	8 Beijing	2 Vancouver	8 Novosibirsk
3 Cartago	9 Ur	3 Madrid	9 Seúl	3 Montreal	9 Yakutsk
4 Tassili-n-Ajjer	10 Sian	4 Londres	10 Tokio	4 Reikiavik	10 Melbourne
5 Troya	11 Angkor	5 París		5 Oslo	11 Sidney
6 Gizeh		6 Berlín		6 San Petersburgo	12 Wellington

SÓLO QUEDA UNA FLOR EN EL DESIERTO
Una imagen de cómo podría ser de aquí a unos cuantos siglos París. Entre los escombros de casas y edificios se alza la Torre Eiffel como una flor de acacia en mitad del desierto. Un mismo destino de desolación y abandono al que estarían abocadas todas las ciudades del mundo, debido al aumento de las temperaturas.



EL SALTO MORTAL DE LA BRÚJULA. Por geomagnetismo se entiende el conjunto de fenómenos magnéticos que influyen en la corteza y en la superficie terrestre, así como en la magnetosfera o espacio que circunda el planeta, es decir, el escudo del que se sirve la Tierra para desviar los rayos cósmicos. La extinción del campo magnético terrestre durante el proceso de inversión de los polos Norte y Sur daría vía libre a estos rayos letales.

Ese fatal magnetismo

El campo magnético terrestre protege a los seres humanos de gravísimos peligros. Pero ese manto protector se encuentra en tal estado de descomposición que son muchos los científicos que piensan en la posibilidad de su desaparición dentro de 2.000 años, o menos.
En los tiempos actuales, el campo magnético presenta el polo positivo al Norte y el negativo al Sur. Sin embargo, parece factible que se produzca una inversión de los polos de forma irregular. En algunos casos, para que esto ocurra tendrán que transcurrir centenares de años, pero en otros bastan unos cuantos para que el fenómeno se produzca.
Las causas de esta inversión se desconocen, pese a que es un hecho ineludible, según se desprende de estudios de viejas formaciones de lava de hasta 170 millones de años de antigüedad. Desde entonces, se han contabilizado 250 inversiones y la última se remonta a hace 720.000 años. Los paleontólogos han detectado la extinción de algunas microfaunas en relación a la inversión de los polos, pero el hombre, que ya poblaba la Tierra cuando se produjo la última, resistió.
Lo más escalofriante es que en el transcurso de estas transiciones, que duran entre 50.000 y 10.000 años, se puede extinguir el campo magnético terrestre que, actualmente, se encuentra en fase de disminución, en una proporción de un 5% cada siglo, desde el año 2000 a. C. ¿Deberíamos pensar por ello que los súbditos de Nerón eran más afortunados que nosotros porque ignoraban los peligrosos efectos de una inversión de los polos con posibles mutaciones genéticas y extinciones? No se ha demostrado que cada inversión conlleve la anulación definitiva del magnetismo terrestre, e incluso se han detectado oscilaciones en las que también se producen movimientos ascendentes durante esos descensos. Si esto ocurriera algún día, las radiaciones cósmicas azotarían la Tierra de lleno. Según este planteamiento -que prevé para dentro de unos 3.000 años la inversión de los polos y para dentro de 2.000 el fatídico nivel cero-, al término del cuarto milenio una lluvia de radiaciones compuestas de protones procedentes del Sol sacudiría con violencia el planeta. Nuestros biznietos observarían una aurora polar permanente y dejarían de vislumbrar en el cielo el vuelo de las aves migratorias que, al parecer, se orientan mediante brújulas internas sensibles a los campos magnéticos; los pájaros perderían sus nidos, pero morirían antes de que los efectos de los rayos cósmicos provocasen extinciones en masa de seres vivos.
En los fondos marinos, resistirían muy pocas formas de vida -quizá las algas-, y crustáceos e insectos, protegidos por corazas con propiedades aislantes similares al plomo, se multiplicarían; quien sabe si progenitores de un E.T. que llevaría en el caparazón *su caaasa*.

Sin la coraza del campo magnético, la Tierra quedaría arrasada

NUEVOS MONSTRUOS DE CAPARAZÓN BLINDADO
La fauna que poblaría el planeta tras la extinción del geomagnetismo. Desaparecidos los mamíferos, indefensos frente a los los rayos cósmicos, sobrevivirían los crustáceos y algunos insectos con un caparazón muy resistente y sometidos a repentinas mutaciones puesto que las radiaciones cósmicas afectarían al ADN.

Cien mil años de hielo

Lentamente las lenguas de hielo invaden las tierras y los mares, mientras las temperaturas continúan su irremediable descenso en un viaje al universo del frío que concluirá dentro de 100.000 años. Y pensar que hubo un tiempo muy lejano en el que el planeta desconocía los glaciares. Fue hace cientos de millones de años, durante la época que precedió a los tiempos actuales aunque ahora nos encontramos en uno de sus momentos más templados. De hecho, en cada época se han alternado periodos glaciales con interglaciales. Dentro de la última gran glaciación que afectó a todo el Cuaternario (la más reciente fue geológica y se inició hace dos millones de años) se identificaron claramente los grandes periodos glaciales (el último, el de Würm). Merced a los sedimentos de las profundidades oceánicas se ha deducido que en un ciclo de 100.000 años los glaciares avanzan lentamente, tardando entre 80.000 y 90.000 años en expandirse, mientras que retrocede a mayor velocidad, casi un desprendimiento cada 10.000 o 20.000 años.

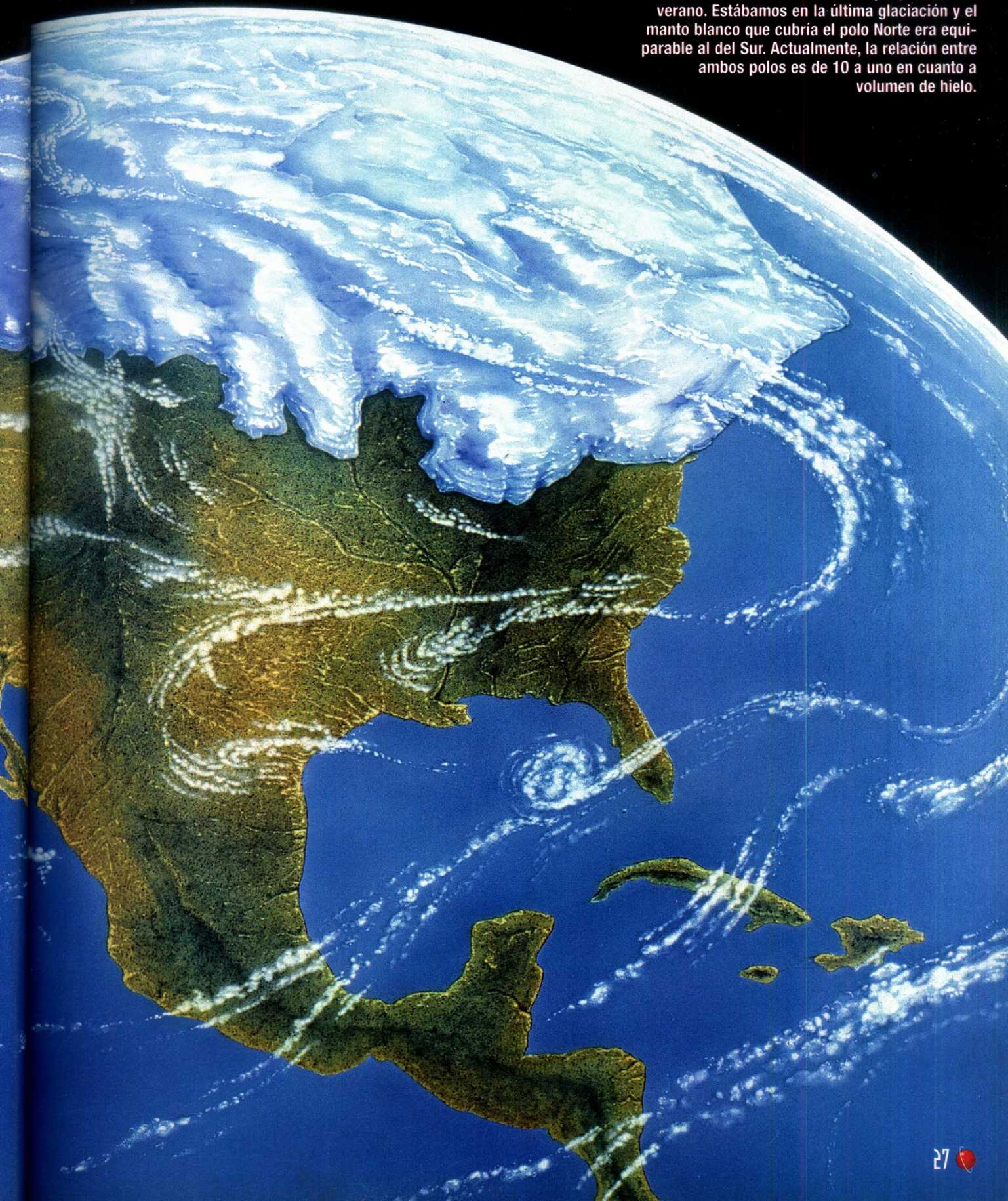
Los estudios desarrollados han permitido confirmar a los geólogos que los ciclos se han repetido sistemáticamente durante el último millón de años. El ciclo glaciación-interglaciación se encuentra estrechamente vinculado a la mayor o menor cantidad de anhídrido carbónico presente en la atmósfera terrestre. Esto explica que el aumento de las temperaturas, provocado por la acción del hombre, pueda acelerar los tiempos en que se completen las glaciaciones en proceso de formación. En cuanto a las causas del vaivén rítmico al que se ven sometidas, existen diversas teorías que inciden tanto al contexto terrestre como a factores astronómicos.

Según Wally Broeckner, de la Universidad de Columbia, la corriente cálida del Golfo provoca, como si se tratara de la cinta transportadora de equipajes de un aeropuerto, que las aguas cálidas de la superficie del océano se sumerjan, mientras que las aguas profundas, frías y ricas en anhídrido carbónico, emerjan. Si esta imaginaria cinta se parase de repente, las zonas septentrionales del Atlántico se enfriarían y se cubrirían de glaciares.

Quizás el origen de todo sea la ruptura del equilibrio entre manto terrestre y glaciares

Dentro de los fenómenos endógenos del planeta se inscribe otra hipótesis formulada por el Instituto de Geofísica de la Universidad de Bolonia, según la cual en los orígenes de este proceso se encuentra la ruptura del equilibrio entre los glaciares y el manto terrestre: éste se derrumbaría bajo el peso de las masas de hielo que se deslizarían por zonas más cálidas. Otros, sin embargo, consideran que las variaciones del ciclo glaciación-interglaciación se deben a parámetros astronómicos (eje de rotación, plano de revolución y excentricidad de la órbita), como sostuvo en su día el físico eslavo Milutin Milankovich (1878-1958).

Todas estas teorías, que tendrán que ser verificadas por complejos sistemas informáticos, coinciden en fijar el ciclo de alternancia en 100.000 años.



VERANOS BAJO CERO

Hace 18.000 años, el casquete polar ártico cubría Canadá, el norte de Estados Unidos y la parte occidental del continente europeo, incluso en verano. Estábamos en la última glaciación y el manto blanco que cubría el polo Norte era equiparable al del Sur. Actualmente, la relación entre ambos polos es de 10 a uno en cuanto a volumen de hielo.

AÑO X, FUGA DE NUEVA YORK

La Estatua de la Libertad cubierta de hielo con las calles de Manhattan desérticas: es posible que sus habitantes se hayan refugiado bajo tierra para escapar del hielo que atenaza al planeta. Ahora vivimos en el periodo templado de una época glacial.
Pero si desapareciera, entonces...

Un eterno encaje de bolillos

Por su condición de inanimado ¿era feliz el mundo cuando la temperatura media superaba en 10º C. a la actual? Los periodos glaciales e interglaciales se encajan durante las épocas glaciales al igual que las muñecas del juego de la matrioska.

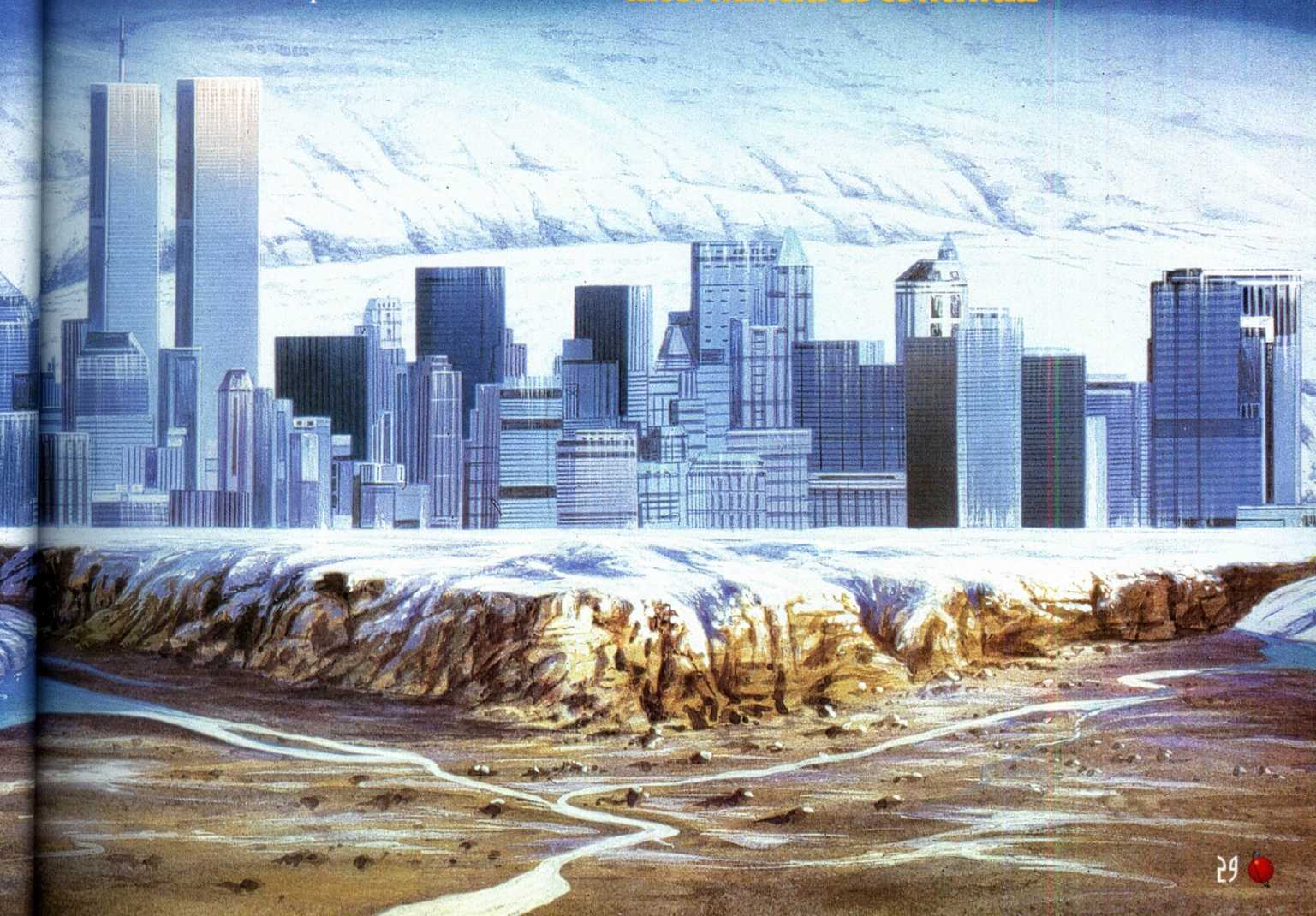
Supongamos que observamos por el objetivo de una cámara fotográfica la época no glacial en una Tierra que no ha conocido el hielo. Luego, viajamos en el tiempo y situamos el campo de observación cientos de millones de años después, frente a una época glacial con sus gigantescos mantos blancos robando terreno al mar. La tercera operación sería acercar el *zoom* dentro de la época glacial para observar que los ríos de hielo siguen presentes, pero avanzan y retroceden en tiempos geológicos relativamente breves, alternando así los periodos.

Aclarado el juego del doble vaivén, la pregunta obvia sería con qué frecuencia se produce y por qué se da esta alternancia primaria entre épocas glaciales y no glaciales. Una posible respuesta es la que avanzó el geólogo estadounidense Alfred Fischer. En un planeta como la Tierra, en el que coexisten continentes y océanos, estas dos épocas se habrían alternado de acuerdo con un ciclo de 300 a 400 millones de años. Y de hecho se ha comprobado que antes de la época glacial actual que se remonta a 300 millones de años, (entre el periodo Carbonífero y el Pérmico), el planeta estuvo cubierto por un enorme glaciar continental durante el Precámbrico, hace casi 600 millones de años.

El mecanismo de la alternancia se halla estrechamente vinculado a la alternancia periódica de divisiones y movimientos de la corteza terrestre (ciclos de Wilson). La secuencia sería la siguiente: se produce el choque de los continentes, la explosión de los volcanes, los gases quedan estancados en la atmósfera, comienza el efecto invernadero que aumenta la temperatura del aire y del agua, y, al final, desaparece el hielo.

Llegados a este punto, en un planeta con una temperatura elevada se produce el recorrido inverso: aumentan las precipitaciones, la lluvia absorbe el anhídrido carbónico que libera la atmósfera, disminuye el efecto invernadero, surgen y se expanden los glaciares que intensifican la acción de reflexión de los rayos solares... Y así hasta el próximo choque catastrófico tectónico.

Mucho calor, mucho frío: en la Tierra la alternancia es continua



El viraje del Sol

El gran enemigo de la fertilidad de la Tierra será precisamente su actual fuente de vida: el Sol. Una metamorfosis que, sin duda, nos cuesta imaginar puesto que todos estamos relacionados biológicamente y psicológicamente con esa fuente inagotable de luz.

Culturas antiguas, como la azteca, ya ligaban la desaparición del Sol con el fin de la vida sobre la Tierra y de ésta misma: según sus creencias, el Sol había desaparecido y vuelto a aparecer cuatro veces, pero estaban firmemente convencidos de que la quinta supondría la destrucción total del planeta. También los habitantes de las frías tierras del Norte imaginaban el fin del mundo como una colosal hoguera que lo arrasaría todo.

Está muy lejos de ser una leyenda la perspectiva de un Sol camaleónico que, cada vez más luminoso, de aquí a algunos cientos de millones de años provoque la evaporación del agua sobre toda la superficie del planeta. Nuestro astro rey brilla al quemar el hidrógeno en su núcleo y producir helio en cantidades proporcionales a los residuos de la combustión. Más pesado que el hidrógeno, el helio se acumula en el núcleo, que con un tamaño cada vez más reducido, alcanza una temperatura y una presión mayores: de esta forma el hidrógeno dispone de mejores condiciones para su combustión. La energía térmica generada en el crisol infernal y que se transporta por convección a la superficie se emite en el espacio en forma de rayos solares: cada 100 millones de años la luminosidad del Sol crece un 1%.

Hasta ahora, en la Tierra el incremento de la luminosidad se ha compensado por la densidad del anhídrido carbónico presente en la atmósfera. Pero en el futuro, ni siquiera esta capa protectora logrará impedir que la luz del Sol alcance la superficie terrestre siempre con mayor intensidad. Las temperaturas aumentarán provocando la evaporación del agua.

Poco a poco irán desapareciendo riachuelos, ríos, lagos y mares repletos de agua a causa de la desintegración de los glaciares. El proceso de evaporación se completará en el arco de algunos cientos de millones de años y sobre la Tierra árida planearán nubes incapaces de dar una sola gota de lluvia con una temperatura que superará los 100º C. Supondrá la desaparición progresiva de todo rastro de vida en la Tierra.

Nuestro planeta se transformará en un gran cuerpo deshidratado



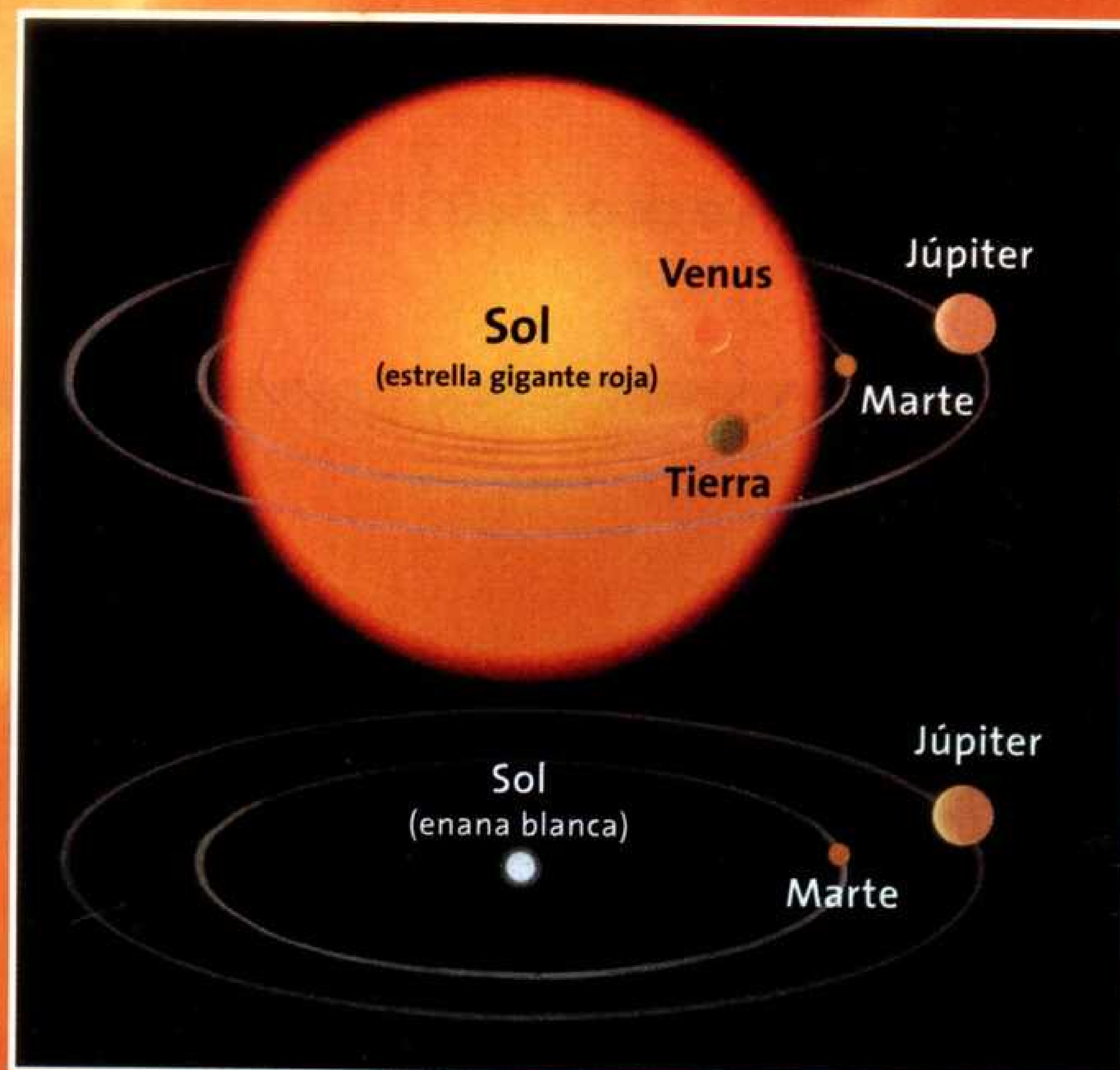
DEMASIADA LUZ, HERMANO SOL
Debido a la mayor intensidad de la luminosidad del Sol, el agua de la Tierra empezará a evaporarse. En la imagen de la izquierda se ve cómo el planeta, circundado por una nube espesa que refleja los rayos solares opacos, terminará por parecerse a Venus. Cuandose evapore todo el agua, el escenario será el que se muestra en la ilustración: una atmósfera deshidratada hasta 100 kilómetros de altitud, nubes suspendidas y una superficie terrestre ardiendo a más de 100º C.



Y la gigante roja se tragará la roca sobre la que vivimos

La última hora del planeta Tierra está marcada: durante 5.000 millones de años continuará girando alrededor del Sol, para después caer en un lento movimiento en espiral alrededor de la estrella roja dilatada.
En el Universo, la única prueba que restará de su existencia y de nuestro paso como hombres serán, probablemente, los transbordadores espaciales que vaguen por la Vía Láctea, los viejos mensajes por radio que continuarán su viaje por el espacio interestelar y lo poco que consigamos llevar al cosmos de nuestra minúscula roca. La evolución de la vida del Sol determinará la vida de nuestro planeta. Surgida, como el resto de estrellas, de la condensación de materia interestelar, su luz explotará por la reacción termonuclear que convierte el hidrógeno en helio. Actualmente, el astro rey se encuentra a mitad de camino en su recorrido vital, con 5.000 millones de años a sus espaldas y otros tantos en perspectiva.
La vida de las estrellas queda determinada por su masa, entendiendo por vida el periodo más o menos estable de luminosidad. Una etapa larga pero también transitoria porque el mismo proceso de fusión nuclear que determinó su pirotécnica existencia se volverá contra ella provocando profundas transformaciones. Una vez finalizada la combustión del hidrógeno,

El Sol tiene 5.000 millones de años y vivirá otro tanto. Antes, la Tierra desaparecerá



LA CALMA, DESPUÉS DE LA TEMPESTAD
En el dibujo se muestra una imagen del Sol en su última fase. El astro rey, convertido en una gigante roja cuando la energía termonuclear haya dejado de equilibrar la atracción gravitacional, engulle a nuestro planeta, junto con Venus y Mercurio. Debajo, la siguiente fase: desprovista igualmente de energía para las reacciones nucleares, la gigante roja se contrae en una pequeña y densa enana blanca. Será el adiós definitivo del Sol. En la ilustración a doble página, el aspecto del Sol dentro de 5.000 millones de años, visto desde la Tierra que ha quedado reducida a un cuerpo incandescente.

el corazón agitado de la estrella se tornará muy pesado y el colapso del núcleo elevará la temperatura lo suficiente como para iniciar una nueva fase de reacciones nucleares. Una actividad en la que ya no estará implicado el hidrógeno, sino el helio. ¿Estaremos entonces frente al mito del Fénix, frente a un Sol que surge de sus propias cenizas? La respuesta es no, porque la fusión nuclear del helio provocará la combustión de la corteza y la capa superficial de la estrella tenderá a dilatarse y a enfriarse. Llegado ese momento, el Sol se transformará en una gigante roja, sin perder su condición de estrella, pero con una naturaleza muy distinta. La gigante roja dejará de ser la infatigable compañera del planeta Tierra. Cuando el Sol empiece su dilatación, la atmósfera terrestre se transformará en plasma (un gas muy caliente e ionizado) y terminará expandiéndose en el espacio exterior. Deshidratado, privado de su soplo vital, el cuerpo duro seguirá girando cada vez más desolado hasta que el gas que rodea la capa superficial dilatada de la gigante roja actúe como freno. Después, tras perder poco a poco la energía del movimiento de revolución, la Tierra terminará por precipitarse en la nada. Pero nunca sabremos lo que le pasará a esta piedrecita engullida por su propio astro de gigantescas dimensiones.

El Sol terminará por consumir todo el helio y desaparecer. Y así, mientras el núcleo se transformará en una enana blanca, la capa exterior se dispersará en el espacio hasta formar una nebulosa planetaria formada de polvo y gas, capaz de dejar tras de sí haces de luz. ¿Acabarán los fragmentos del planeta convertidos en polvo errante en el espacio?

Una guardería con vigilancia a través de Internet ya funciona en España. Los padres pueden ver a sus hijos desde su pantalla del ordenador. En la guardería se ha instalado una cámara de Axis, la NetEye 200+, que transmite sin necesidad de enchufarse a un PC.

Sección coordinada por Alberto de las Fuentes

Lo último en microprocesadores

Cada 18 meses, los chips duplican su potencia. Eso dice la *Ley de Moore*, un principio que se viene cumpliendo a rajatabla desde hace más de 30 años. Y no parece que este crecimiento se vaya a detener por el momento. Intel, la mayor marca del mundo en microprocesadores, con más del 80% del mercado, desarrolla modelos cada vez más avanzados. En las últimas semanas se han presentado los nuevos Pentium II a 350 y 400 mhz. y el Xeon, destinados a ordenadores de gama alta. Intel también ha presentado el nuevo Celeron a 266 mhz., el primero de una familia destinada a los PCs baratos (por debajo de 1.000 dólares). *Información de estos productos en: http://www.intel.com/procs/perf*





El televisor más caro del mercado

El Planatron de Grundig es el primer televisor con tecnología plasma que llega a España. Con él los hogares se acercan un poco más a las salas de cine. Su pantalla, de 42 pulgadas y sólo 13 cm. de profundidad se puede colgar en la pared como si fuera un cuadro. El Planatron cuesta 2.990.000 pesetas, IVA incluido, y es el televisor más caro del mercado. *Más información en el teléfono nº: 902.100.036*

Su discurso, en un puño

Hablar, grabar y pasarlo al ordenador. Ésta es la única tarea que tendrá que llevar a cabo para conservar sus dictados y conversaciones con la nueva grabadora-dictáfono de VOICE IT, la VR-5000. Esta grabadora, que no necesita cinta ni cable, recupera hasta 50 minutos de conversación, sin huecos vacíos y con gran calidad de sonido. Luego, con el software Voice It-PC link se traslada la información a un PC, donde se puede guardar, editar, corregir, y hasta enviar por correo electrónico. También sirve para memorizar teléfonos y realizar llamadas de forma automática.
La VR-5000 cuesta 39.900 pesetas, IVA incluido, y la distribuye en España Flamagás S.A.



Escribir en el teléfono

He aquí un nuevo ejemplo de la colaboración entre teléfonos y ordenadores. Sharp ha creado este nuevo aparato, denominado PMC (Personal Mobile Communicator), que se maneja con un lápiz óptico. Con un peso de sólo 250 gramos, lleva agenda, lector de E-mail, firma telefónica, y despertador. Estará a la venta en España pronto, pero aún no se ha decidido la fecha y el precio.



Ayude a resolver un Expediente X

La personalidad, clave en este juego de ordenador

Seguro que conoce la serie Expediente X. En ella, los agentes del FBI Mulder y Scully investigan todo tipo de fenómenos paranormales. Aprovechando su éxito, Fox Interactive ha preparado un espectacular juego de aventuras y acción. El jugador debe resolver un caso que comienza con la desaparición de los agentes Mulder y Scully. Debe hacer preguntas, entrevistarse con gente, revisar bases de datos y muchas cosas más que haría un agente normal. Lo más importante es que la personalidad (simpático, duro) que se adopte durante el juego es determinante para el resultado del mismo. Expediente X consta de 7 CD-Roms y se puede estar jugando durante más de 30 horas. Todos los escenarios han sido filmados para la ocasión con los actores reales. Llegará a las tiendas españolas en septiembre.



Páginas 34 y 35 con publicidad

El 'hit parade' de los complejos

▸El más habitual sigue siendo el de Narciso. Pero en los últimos años se han encontrado nuevas manifestaciones psíquicas que se suman a las neurosis del hombre moderno: desde el *síndrome de Van Gogh* a la dependencia de Internet. En qué consisten y cómo podemos evitar ser víctimas del complejo de los complejos

POR F. CAPELLI Y GEMA SÁNCHEZ NAVAS

Enganchados a la red. Seducidos por los autores de novelas violentas. Atraídos por el arte. Enamorados de personajes famosos, hasta el punto de abandonar por ellos a su pareja real. Obsesionados por el mito de la eterna juventud. Egoístas como Narciso, infantiles como Peter Pan, inseguros como Cenicienta. En el umbral del año 2000, los complejos parecen multiplicarse hasta el infinito. Todos tenemos al menos uno, y el que se sienta libre de ellos, que tire la primera piedra. Pina Gorgoni y Paolo Nuzzi, que desde hace 20 años estudian los complejos, han llegado a clasificar unos 95. Pero las ansiedades, las angustias y los problemas examinados por psicólogos y psicoanalistas son muchos más y superan los 150. ¿Es que vamos a entrar en el tercer milenio tan malparados?

Lo cierto es que, junto a los complejos que desde siempre forman parte de la naturaleza humana (como el complejo de Edipo o el complejo de castración), han surgido en las últimas décadas manifestaciones y síndromes psíquicos nuevos. Consecuencia, en proporción variable, de una mezcla de predisposiciones personales y de factores ambientales, como los cambios económico-sociales, un equilibrio diferente en las relaciones entre el hombre y la mujer, así como modelos de referencia –propuestos por los medios de comunicación– bellos e inalcanzables para el común de los mortales.

«El complejo es un conjunto de representaciones mentales inconscientes que nos hacen actuar en una determinada dirección», explica la psicóloga y terapeuta Pina Gorgoni. «Constituyen una característica fija de la personalidad de un individuo, a diferencia del síndrome que es un fenómeno ocasional, inducido por una situación de estrés o por una dificultad especial. Los dos términos suelen utilizarse a menudo como sinónimos».

Durante la infancia, el complejo es un fenómeno totalmente normal, que permite el desarrollo de la personalidad. Se torna patológico cuando sus

continúa en pág. 40 →

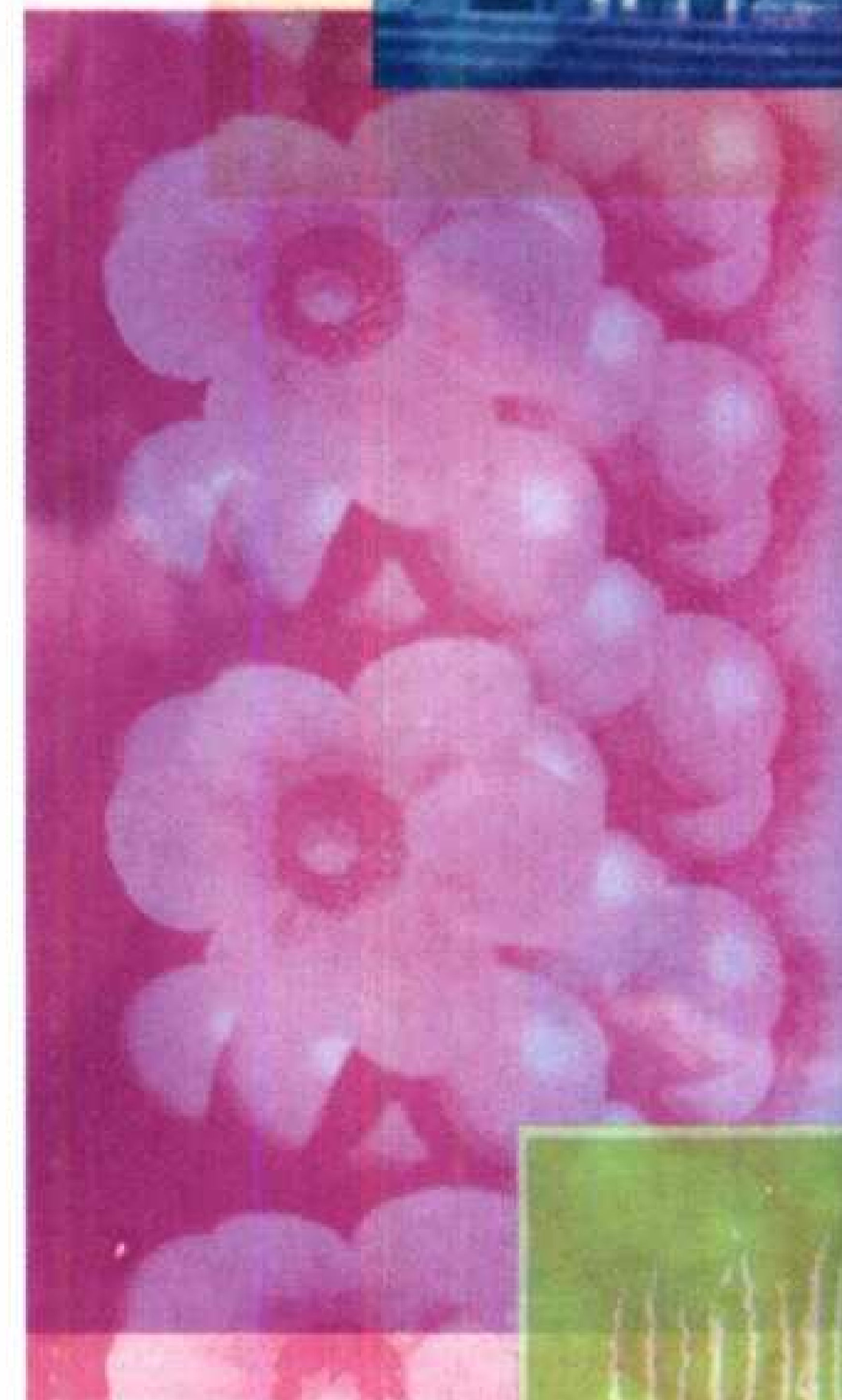




EXPERTAS EN COMPLEJOS. A la izquierda, la psicoanalista Graziella Magherini, estudiosa del síndrome de Stendhal. A la derecha, la psicóloga y psicoterapeuta Pina Gorgoni, que ha estudiado los complejos y su clasificación durante 15 años.



















¿ES USTED NARCISO O PETER PAN?
De izquierda a derecha, en el sentido de las agujas del reloj: Charlie Brown, Internet, Don Juan, Narciso, Zeus, Tamagochi, Van Gogh, Cenicienta, Cleopatra y Peter Pan. ¿Qué tienen en común? De cada uno de ellos toma el nombre un síndrome psíquico o un complejo.

contradicciones se hacen un hueco en la psicología del adulto. Basta pensar en el padre de todos ellos, el complejo de Edipo: la atracción que el niño siente por el progenitor del sexo opuesto y la aversión que siente hacia el otro. Se trata de una fase obligada para el crecimiento psíquico, pero se convierte en un problema cuando, por ejemplo, un hombre no consigue establecer relaciones serenas con una mujer, por estar demasiado ligado a su madre.

«En definitiva, el complejo es una encrucijada que puede llevarnos de una forma más o menos espontánea y gradual hacia el mundo o, por el contrario, hacernos un lío y dominar la personalidad y el comportamiento, manifestándose de una forma incontrolada», añade la profesora Gorgoni.

▶ Espejo de la sociedad

Los síndromes y complejos no se observan en una sola persona, sino que son comunes a un cierto número de individuos. Y evolucionan al mismo ritmo que la sociedad. Por eso, los cambios de estas últimas décadas han conducido a la desaparición –o a la redimensión– de algunos fenómenos y al nacimiento de otros. Por ejemplo, ya nadie construye refugios nucleares debajo de su casa por miedo a una guerra atómica, pero, en cambio, estamos obsesionados por los mitos, obsesivamente propuestos por el cine, la televisión y, sobre todo, la publicidad. Así, somos incapaces de soportar un dolor de cabeza pasajero o de asumir los pequeños defectos físicos que todos tenemos.

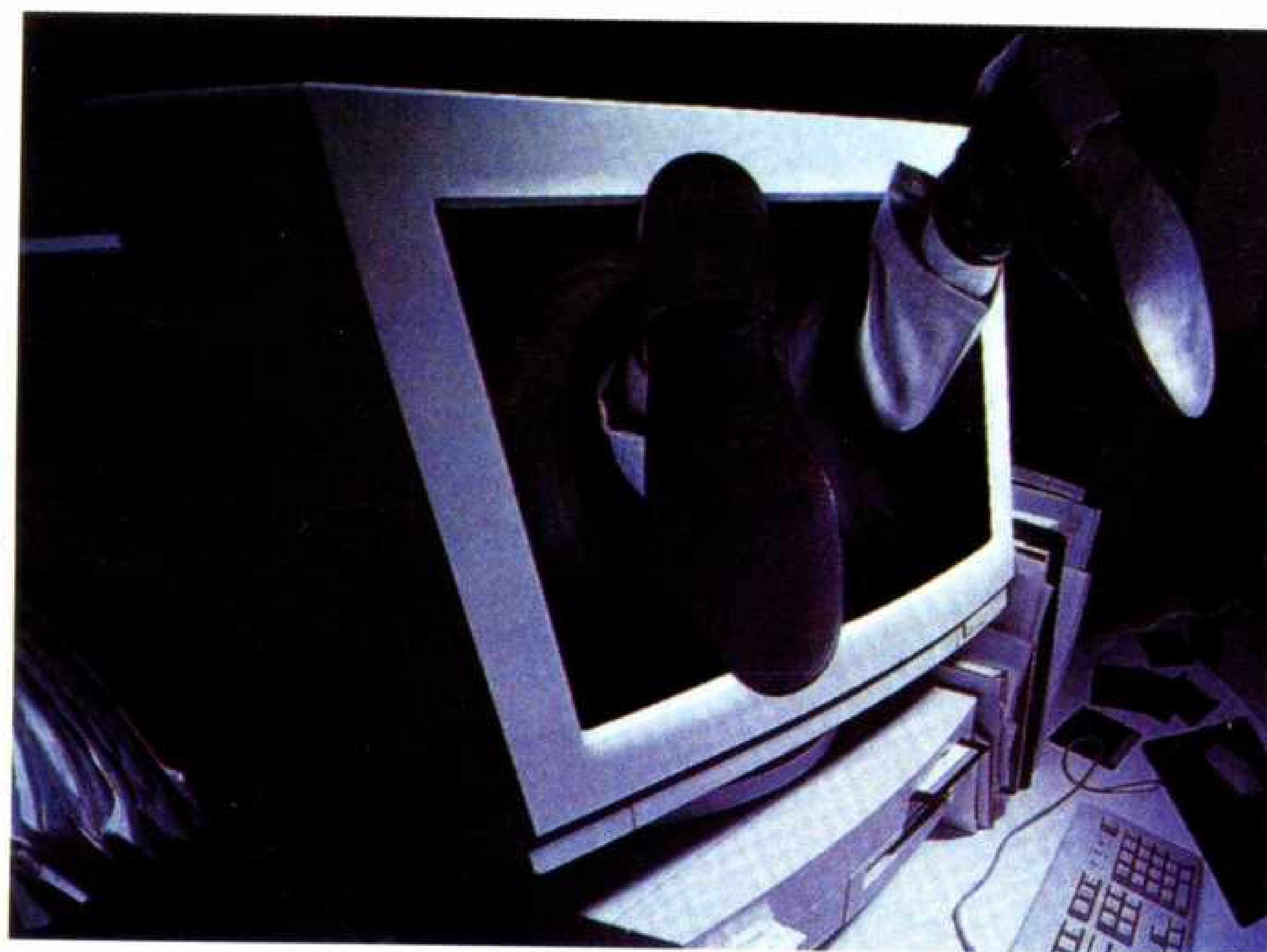
¿Más ejemplos? El aumento del número de secuestros ha provocado la expansión del síndrome de Estocolmo (ver recuadro de la página siguiente), que se manifestó, por vez primera, en 1973. El síndrome de Van Gogh (ver recuadro de la página 44) está estrechamente ligado con la fecundación asistida, otro de los fenómenos que ha surgido en estos últimos años. Y el síndrome de Stendhal, descrito por el escritor francés en el siglo pasado, volvió a ponerse de moda hace algún tiempo e incluso llegó a inspirar la película homónima de Dario Argento.

Al igual que la protagonista de la película, las víctimas de este síndrome se sienten afectadas por un sentido de opresión y de turbación ante la belleza artística. Exactamente lo mismo que le sucedió a Stendhal en la basílica de la Santa Cruz de Florencia, donde el escritor sintió un auténtico *shock* por las sensaciones artísticas percibidas. Tanto, que tuvo que abandonar el recinto para no desmayarse.



CUANDO LA BELLEZA HACE SUFRIR
Al lado, *El muchacho con el cesto de frutas*, de Caravaggio, que, en determinados casos, puede desencadenar el síndrome de Stendhal. Abajo, el escritor francés Henry Beyle (en el mundo artístico, Stendhal), el primero que describió los síntomas de este malestar.





AVISO PARA NAVEGANTES. Internet puede provocar un auténtico síndrome de dependencia, que se manifiesta con crisis de abstinencia, sudoración y desinterés por cualquier otra actividad, entre otros síntomas. Las personas con más probabilidades de ser víctimas de este síndrome son los jóvenes de entre 13 y 25 años, sobre todo estudiantes, que abusan de este medio.

▸ Viajes reales y virtuales

En una época en la que viajar ha dejado de ser el privilegio de una elite y se ha convertido en una actividad cada vez más fácil y económica, el síndrome de Stendhal no se limita a unos cuantos casos aislados. Graziella Magherini, psicoanalista en Florencia, cuenta que muchos extranjeros que visitan la ciudad toscana se quedan realmente turbados ante sus maravillas artísticas.

«Recuerdo algunos casos ocurridos hace unos años, con motivo de una exposición de Caravaggio», cuenta. Los *culpables* fueron algunos cuadros especialmente sensuales y ambiguos como *El que toca el laúd*, *El chico mordido por un lagarto verde*, *El pequeño Baco enfermo* y *El chico con el cesto de frutas*. Todos estos cuadros suelen suscitar en determinadas personas sentimientos contradictorios y desestabilizadores, de violencia y de ternura, de atracción sexual y de repulsión, al mismo tiempo. Entre los causantes de los síndromes que nos acompañarán hasta el próximo milenio no podía faltar el ordenador, *tótem* de la civilización postindustrial. No hace mucho tiempo, el *Tamagochi*, la penúltima *locura* electrónica japonesa, sumió en el pánico a miles de adolescentes, incapaces de hacer frente a su *muerte virtual*. Sigue creciendo el número de jóvenes, entre los 13 y los 25 años, afectados por el síndrome de dependencia de Internet. Un problema reciente en España, pero estudiado científicamente, desde hace ya algunos años en Norteamérica, especialmente por un grupo de investigadores de la Universidad de Columbia. «Afecta, sobre todo, a los estudiantes que utilizan Internet, y presenta características similares a la dependencia de cualquier droga», afirma la psico-

continúa en pág. 42 →



LOCOS POR DIANA. **El síndrome de De Clerembeault hace imaginar relaciones amorosas con personajes famosos. Esto explica el comportamiento de personas que creyeron estar prometidos con Lady Di y, a su muerte, se han desesperado como si hubiesen perdido a la persona más querida.**

La atracción fatal entre víctimas y agresores

• **En 1973,** cuatro empleados de un banco de Estocolmo fueron cogidos como rehenes por dos atracadores durante cinco días. En ese periodo de tiempo, durante el cual no sufrieron malos tratos físicos, desarrollaron una forma de identificación y de complicidad con los secuestradores. De forma que testimoniaron a su favor en el proceso y fueron a visitarlos a la cárcel. Incluso una de las empleadas se divorció de su marido para casarse con uno de los atracadores. Desde entonces, este fenómeno es conocido como *síndrome de Estocolmo*. Se debe a una respuesta psíquica paradójica ante un acontecimiento brutal y estresante, que ha sido confirmada posteriormente con episodios de todo tipo. Por ejemplo, con el secuestro, por parte de un grupo guerrillero, de la heredera americana Patricia Hearst, que se convirtió después a la causa del grupo extremista. El fenómeno se reprodujo durante el secuestro que tuvo lugar en la embajada americana de Teherán, en 1979 y en el del mismo año en Lima, obra de los guerrilleros de Tupac Amaru. Incluso las víctimas de los secuestros con extorsión llegan a sentir simpatía y atracción por sus captores. Los *buenos*, en esos momentos, ya no son los parientes y amigos, de los cuales el secuestrado se siente abandonado, ni la policía, que pone en peligro su integridad física, sino los carceleros. Quienes le dan de comer, le permiten sobrevivir y constituyen el único contacto con el mundo, del cual han sido tan brutalmente separados.



analista Graziella Magherini. «Comienza de una forma subrepticia. El primer síntoma es el aumento gradual del tiempo invertido en Internet. Al igual que en el caso de algunas drogas, se llega a la sudoración y a la necesidad de estar ante la pantalla siempre más tiempo para llegar a encontrar satisfacción».

Vivir amores irreales

Del ordenador a las historias de amor irreales, en que las flechas disparadas por Cupido se sustituyen por el bombardeo de noticias sobre las estrellas y personajes famosos. Personajes de los que sabemos todo, o casi todo. Personajes a los que sentimos tan cercanos y reales como para imaginar una relación con ellos. ¿El resultado? El síndrome de De Clerembeault, por el cual uno piensa que mantiene una relación afectiva –siempre correspondida– con personajes imposibles: princesas, actores, actrices, protagonistas de la crónica rosa, cantantes o campeones deportivos. Hace años, Lady Di conquistó miles de corazones masculinos. Los mismos que han llorado

continúa en pág. 44 →

Del pobre Charlie Brown a la fatal Cleopatra

• **Zeus y Don Juan,** Cyrano y Emma Bovary, Charlie Brown y el Gallina. «Muchos complejos y síndromes le deben su nombre a la mitología, a la novela y a los dibujos animados», explica Paolo Nuzzi, director cinematográfico y televisivo, que siente una auténtica pasión por la psicología. «La imagen de la fábula o de la literatura forma parte de la cultura colectiva y se entiende a la primera». Veamos algunos ejemplos.

• ***Síndrome de Charlie Brown.*** El personaje de los dibujos animados creado por Charles Schultz, dominado por su hermana Sally y vejado por su amiga Lucy, es el símbolo de la renuncia a reaccionar ante la prepotencia de los demás, prototipo de los que se complacen en la propia condición de chivos expiatorios.

• ***Complejo de Diana.*** Se refiere a la mujer que vive la pertenencia al propio sexo como una inferioridad. Se llama así por referirse al mito de Diana (abajo, en un cuadro de Luca Penni), una diosa no destinada al matrimonio que se dedicaba a una actividad típicamente masculina como la caza.





• ***Complejo de Cyrano.*** Describe la actitud del que renuncia a satisfacer los propios deseos y sólo encuentra placer a través del éxito de los demás. Se basa en un exceso de identificación y proyección sobre los demás de la propia vida afectiva. Como Cyrano de Bergerac (arriba, en un dibujo del francés Chaperon), héroe del homónimo drama de Edmond Rostand, que vivía un gran amor hacia Rosanna a través de su amigo Cristiano.

• ***Complejo del rey Marcos.*** Se refiere al personaje de una antiguo poema caballeresco. Marcos, marido de Isolda, envía a Tristán a la búsqueda de la propia mujer, *provocando* así el adulterio. Lo padecen las personas que, por un lado, temen una traición de su pareja, pero, por otro, la desean por una búsqueda inconsciente de castigo.

• ***Complejo de Agar-Sara.*** Es la tendencia de ciertos hombres a dividir a las mujeres en dos categorías: las que se aman y las que se desean. Como Abrahán, que se casó con Sara, pero eligió a la joven Agar como concubina.

• ***Complejo de Don Juan.*** Se refiere a la búsqueda constante e imposible de la mujer ideal, como sustituto inconsciente de la madre, por parte del hombre adulto que no ha superado el complejo de Edipo.

• ***Complejo de Emma.*** También llamado *bovarismo*, por la novela de Gustave Flaubert *Madame Bovary*. Algunas mujeres rechazan la realidad cotidiana y se muestran obsesionadas con fantasmas ideales.

• **Complejo de Cleopatra.** Caracteriza a las mujeres seductoras y castradoras, amantes del poder como instrumento para humillar al hombre.

• **Complejo de Zeus.** Se refiere a la envidia que siente el hombre ante la capacidad de la mujer para procrear. Zeus devoró a la mujer para parir él mismo a su hija Palas. Es un complejo muy extendido. Basta con pensar en los numerosos hombres que, durante el embarazo de sus compañeras, sienten problemas típicos de las mujeres encinta, como nauseas y vómitos.

• ***Síndrome de Münchhausen.*** Se inspira en el raro protagonista del famoso libro de Rudolph Erich Raspe, conocido por su fanfarronería. El que está afectado por



este complejo simula enfermedades inexistentes, provocando los síntomas y falsificando los análisis clínicos (en la foto, Vincent Price, en una escena de la película *Las aventuras del Barón de Münchhausen*, de Terry Gilliam).

• ***Síndrome del Gallina.*** Es la tendencia a considerarse perseguido por el infortunio, por no haber asumido la propia parte de responsabilidad ante un acontecimiento desfavorable.

su muerte como si hubiesen perdido a algún miembro de su familia.

▶ Machos en crisis

Los nuevos complejos están relacionados también con la crisis de los roles masculino y femenino. «Esto se ve muy claramente en los parados de larga duración, que se ven obligados a asumir, de mala gana, roles femeninos», subraya el psiquiatra Enrique González Duro. En muchos hogares, se va extendiendo la figura del *padre materno*, que cambia los pañales y se levanta por la noche para darle el biberón al bebé, sobreponiendo su rol al de la mujer. Además, acepta con dificultades la emancipación femenina y la pérdida de la propia supremacía en el ámbito del trabajo y del poder. «Esto se traduce en problemas sexuales, depresión e insomnio», añade González Duro.

Otro ejemplo paradigmático: el complejo de Peter Pan, que oculta el miedo a la responsabilidad. Afecta a hombres adultos que, como el chaval de la fábula, no quieren crecer, irse de casa de sus padres, buscar un trabajo, iniciar una relación estable y hacer su vida. Todo ello significaría abandonar el *País-de-nunca-jamás* (el lugar fantástico donde está ambientado el cuento), para afrontar la responsabilidad y aceptar la realidad, incluso cuando no es demasiado agradable.

¿Y las mujeres? Por fin autónomas, instruidas, independientes económicamente, sin embargo, entrarán en el tercer milenio amenazadas por el complejo de Cenicienta que caracteriza a las mujeres que han conseguido un éxito mayor. En ese tipo de mujer, prima o aflora el miedo a quedarse sola, a no ver llegar al príncipe azul.

«A pesar de todo ello, estas mujeres no son capaces de liberarse de la imagen materna», explica Pina Gorgoni, «y son víctimas de un doble mensaje. Por una parte, desde pequeñas, han sido educadas para ser autónomas. Y por la otra, por analogía con su madre, sólo pueden sentirse realizadas junto a un hombre».

Pero el fenómeno más extendido es el complejo de Narciso, que afecta a una de cada cinco personas y toma el nombre del mito del joven enamorado de su propia imagen e incapaz de amar a los demás. Este fenómeno, normal en la infancia, conduce, en la edad adulta, a una sexualidad inmadura y a la tendencia a marginar al resto para ser siempre protagonista. El narcisismo aumentó en los años 80, época de gran individualismo, en la que la imagen contaba más que la esencia. Y a pesar de que la sociedad de la apariencia ha entrado en crisis, sus modelos resisten perfectamente.

El complejo de Peter Pan afecta a los adultos que no quieren irse de casa

«En la actual sociedad de consumo, parece que estamos obligados a ser felices, por lo que el riesgo a sufrir hace que no nos embarquemos en relaciones afectivas, y que estemos cada vez más aislados y expuestos a miedos mayores», añade González Duro.

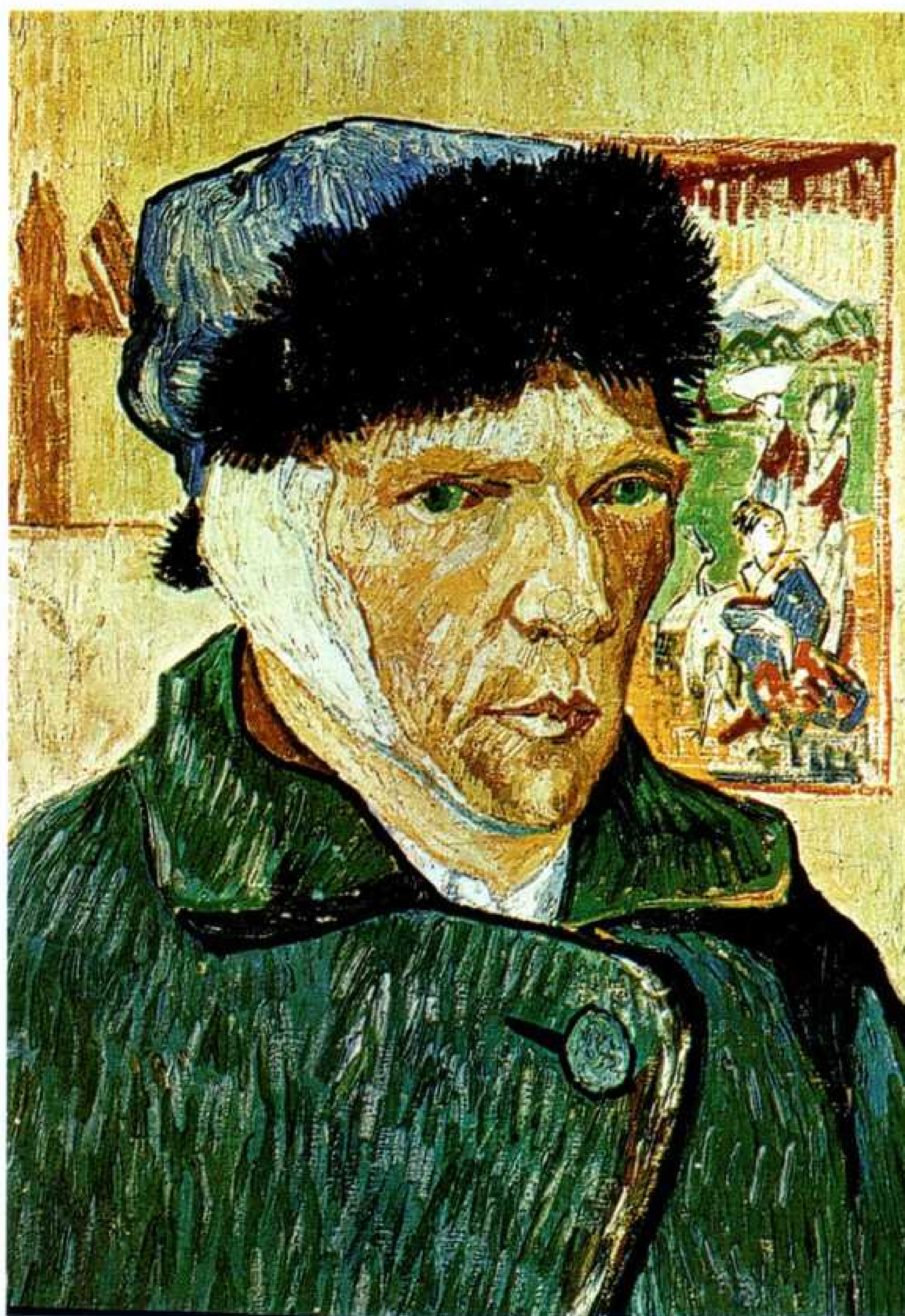
¿Y el futuro? Si todo continúa así, el más extendido en los próximos años será el *complejo de complejos*. Es decir, el de aquellas personas convencidas de vivir afectadas por todos los complejos psíquicos de los que oyen hablar, que quedan prisioneras de sus ansias, sin aceptar los complejos como inseparables compañeros de camino.

Van Gogh y el misterio del 'embarazo sorpresa'

• **Los médicos** que se ocupan de la fecundación asistida saben que suele suceder a menudo. Mujeres consideradas estériles que, después de inscribirse en la lista de espera, se quedan espontáneamente embarazadas. Algo similar suele pasar con las adopciones. La hipótesis de la llegada de un nuevo niño parece suficiente para desbloquear la concepción natural, hasta entonces aparentemente imposible.

Este fenómeno se llama *síndrome de Van Gogh* y es la prueba de los profundos vínculos existentes entre cuerpo y mente, en un acontecimiento tan cargado de significados simbólicos como la concepción. Tanto que puede ser inconscientemente bloqueado o inducido por los progenitores.

En algunos casos, la fecha de la concepción se *elige* inconscientemente, produciéndose el nacimiento en un día especialmente significativo para la historia de la familia. Eso le sucedió a Van Gogh (en el autorretrato), de quien proviene el nombre del síndrome. El pintor nació un año exacto después de la muerte de su hermano mayor, que también se llamaba Vincent.



LIBROS

Roger Mucchielli
Los complejos Editorial Oikos-Tau

Charle Baudovin
Obra de Jung y la Psicología de los complejos Gredos

Karl Jung
Los complejos y el subconsciente
Alianza Editorial

José María Poveda
Los complejos
Temas de Hoy

El primer hombre 'extraterrestre'

▸ Hace 30 años moría Yuri Alexejevic Gagarin, el primer cosmonauta de la historia. Siete años antes, el 12 de abril de 1961, se embarcaba en la Vostok, una incómoda cápsula de metal, viajaba a 28.000 kilómetros por hora, a una distancia de 327 kilómetros de la Tierra y transmitía al mundo sus impresiones

POR MASSIMO BOZZO

«*El cielo era negro, lleno de estrellas, como un campo arado y recién sembrado. Las estrellas parecían semillas de grano y la Tierra estaba circundada por una aureola azul claro*». Ésta fue la primera imagen de nuestro mundo vista desde el exterior e impresa en los ojos de Yuri Alexejevic Gagarin. Hijo de un contable, fue operario en una fundición, más tarde piloto militar y, al final, cosmonauta, para convertirse en la primera persona que viajó al espacio. Con tan sólo 27 años abrió al género humano el camino hacia las estrellas. Sin embargo, habiendo sobrevivido a las grandes incógnitas del primer vuelo humano por el cosmos, Gagarin encontraría la muerte en el aire, el 27 de marzo de 1968, al estrellarse con su Mig, un avión de combate ruso, en un campo al tratar de evitar hacerlo en una zona habitada.

Habían transcurrido siete años desde que Gagarin voló durante 108 minutos, a 28.000 kilómetros por hora y a una distancia de 327 kilómetros de la Tierra. El lanzamiento se produjo el 12 de abril de 1961, a las 9.07 (hora de Moscú), dentro de una pequeña e incómoda bala de metal, bautizada como Vostok (Oriente), unida a la extremidad de un cohete de 38 metros de altura que se basaba en el misil balístico intercontinental (Icbm) SS-6, con la unión de un segundo estadio. El cosmonauta estuvo sometido a una aceleración parecida a la de seis veces la gravedad y una decena de minutos más tarde se encontraba en órbita. Durante el viaje también consumió la primera comida espacial de la historia: 160 gramos de carne y otros tantos de puré, legumbres y chocolate. Yuri Gagarin realizó un giro en torno al planeta y aterrizó en un campo arado cercano a Vladimir, una antigua ciudad rusa a 200 kilómetros de Moscú.



«No recuerdo su vida por la grandeza de lo que hizo. Era sencillo, modesto»

Valiushka Gagarin

El cosmonauta fue eyectado de la Vostok a 7.000 metros de altura (aunque este dato se conocería 33 años después) y aterrizó cerca de una labradora, su hija y un joven ternero que estaba pastando, los únicos testigos oculares del regreso a la Tierra del primer viajero del espacio.

El vuelo estuvo a punto de concluir trágicamente (pero también eso se supo unos pocos años después). La confirmación de todo lo escrito en el informe secreto de Yuri Gagarin (publicado parcialmente en 1991 por el semanal ruso *Rabociaia Tribuna*) se encuentra en algunos apuntes de su superior, el coronel Eugeni Karpov, expuestos en la subasta de marzo de 1996 celebrada en Sotheby's. «Mal funcionamiento», «impacto imprevisto», «que no cunda el pánico», «situación de emergencia», son las expresiones usadas por Karpov para describir el desarrollo y la conclusión de la misión. Durante 10 minutos, Gagarin se vio envuelto en un vertiginoso torbellino hasta que el cohete de deceleración de la Vostok no se desprendió de la nave y ésta, todavía rotando, comenzó su descenso sobre la Tierra. El cosmonauta tuvo también otros problemas: tanto el paracaídas principal como el de reserva se abrieron al

continúa en pág. 50 →

 Páginas 46 y 47 con publicidad



SE ACERCA LA HORA X
Es el 12 de abril de 1961. Yuri Gagarin entra en la cápsula Vostok. Falta una hora y media para el lanzamiento del primer cosmonauta de la Historia. En la foto grande, el momento del desprendimiento del cohete vector A-1, a las 9.07 horario de Moscú.



«Sólo hay dos formas de vida: la que hace que te pudras y la que te consume. Los villanos y avaros escogerán la primera; los valientes y generosos, la segunda»

Yuri Gagarin



108 MINUTOS, UNA VIDA
En esta secuencia gráfica vemos a Gagarin al finalizar la misión de 108 minutos que inauguró la frontera espacial de la Humanidad, el regreso del cosmonauta a Moscú, dos días después, para ser recibido por las autoridades de la capital, y un momento de intimidad familiar rodeado de sus hijas Galia y Lena.



La secuencia del vuelo: del despegue al aterrizaje

• **Tras una cuenta** atrás que duró **90 minutos** (en los que Gagarin oyó música por la radio para distraerse), el cohete vector A-1 parte de la base aérea de Baikonour, a las **9.07** (hora de Moscú) 1.
Despues de **119 segundos,** del cuerpo central del cohete se desprenden los propulsores auxiliares que protegen la cápsula Vostok 2.
A los **156 segundos** se desprenden dos conchas protectoras situadas en la parte superior del vector 3.
A los **300 segundos** se separa el primer estadio del cohete, y éste asciende 4.
A los **676 segundos** el segundo estadio se apaga y la cápsula se pone en órbita 5.
• **Tras haber realizado** una órbita alrededor de la Tierra (son las **9.51**), la Vostok se encuentra de nuevo a la vista en la URSS 6.
A **8.000 metros** del punto de aterrizaje, la cápsula se orienta, para que los retrocohetes disminuyan la velocidad 7.
A las **10.25** se encienden los retrocohetes 8.
La fase de descenso se inicia 10 minutos después, a las **10.35**. A las **10.55**, a una altitud de **7.000 metros**, la cápsula expulsa dos piezas 9: dos segundos después Gagarin es eyectado 10, de la otra sale primero un paracaídas piloto 11, a continuación (a **4.000 metros**) el de frenado 12 y finalmente (a **2.500 metros**) el principal que lleva la Vostok a la Tierra 13.
El cosmonauta desciende a **4.000 metros** con su sillón eyectable pero frenado por un pequeño paracaídas 14; se separa del asiento y abre el paracaídas 15. Gagarin aterriza a las **11.05** en el suroeste de Engels, en Saratov 16.
• **El hecho de que Gagarin** hubiera descendido en paracaídas y que los comandos de a bordo quedaran bloqueados, se ocultó durante años por un problema de homologación del récord por parte de la Federación Aeronáutica Internacional. Las reglas para los vuelos requieren que el piloto se mantenga al mando de la nave desde el despegue hasta el aterrizaje.





MISIÓN CONCLUIDA. Una curiosa imagen de la cápsula de Gagarin justo después del aterrizaje donde son evidentes las quemaduras producidas por la atmósfera.

mismo tiempo, desestabilizando la nave.
Nacido el 9 de marzo de 1934 en una pequeña población (hoy rebautizada con su nombre) en la región de Smoliensk, Yuri Alexejevic Gagarin estudió en una escuela técnica de Liubertsi, en la periferia de Moscú. Cuando consiguió su diploma, empezó a ejercer de obrero y, más tarde, se inscribió en la Escuela Aeronáutica donde aprendió a volar.

▶ El genio en la sombra

Mientras se adiestraba para convertirse en piloto militar, un físico ruso proyectaba en el más absoluto secreto la misión que el 'chico de Smoliensk' estaría llamado a cumplir. Se trataba de Serguéi Koroliov, un genial científico que había terminado en los *gulag* estalinianos y que fue más tarde rehabilitado por Nikita Jruschov, vengándose así con sus vehículos espaciales de su orgullo herido y con una desmesurada necesidad de resarcimiento moral.
Tras los primeros satélites con animales domésticos a bordo (entre los que se encontraba la famosa perra Laika), Koroliov diseñó la nave que debía transportar al primer hombre al espacio. Era una cápsula simple: el habitáculo esférico, de 2.30 metros de diámetro tenía tres ojos de buey y un silloncito eyectable. La instrumentación se reducía al mínimo: un reloj, tres indicadores para los implantes de a bordo y un pequeño mapamundi que indicaba la posición de la cápsula respecto a la Tierra.
Mientras tanto se producía la preparación y entrenamiento de los astronautas. La decisión sobre la preselección fue realizada en el último momento, sólo la noche anterior al lanzamiento. Tanto, que el propio Yuri Gagarin no tuvo tiempo de advertir a Valiushka, su

continúa en pág. 52 →

mujer, de la misión que iba a realizar. Le escribió una carta pero no se la envió nunca.
¿Por qué Yuri Gagarin? «Tenía un carácter franco y abierto, coraje natural, excepcional capacidad de trabajo», escribió años después de la misión el periódico *Stella Rossa* en una conmemoración del vuelo.
A principios de los años 90 tuvieron lugar, sin embargo, algunas polémicas, seguidas a las afirmaciones de un periodista húngaro, Istvan Nemeri. En un libro titulado *Gagarin, Una mentira espacial*, el periodista afirmaba que el primer hombre en ser enviado al espacio había sido un tal Vladimir Iliuscin, pero que quedó gravemente herido a su regreso y fue sustituido por Gagarin. Sin embargo, esta afirmación fue secamente desmentida por las autoridades soviéticas. En realidad, la elección de Gagarin podría haber estado dictada también por otras consideraciones.
Su misión no sólo abrió la era de la exploración humana en el espacio sino, algo aún más importante en aquella época: sirvió para infligir una segunda humillación a Estados Unidos, que añadir al golpe que tres años y medio antes había sufrido con el lanzamiento del Sputnik, el primer satélite soviético.

Vostok, el 600 espacial

• La Vostok de Gagarin constaba de dos partes: la superior, de forma esférica, hacía las funciones de habitáculo y módulo de descenso del cosmonauta. La cápsula incluía los instrumentos y los sistemas de salvamento. La parte inferior de la nave estaba equipada con un sistema de retrocohetes, que utilizaba combustible líquido para realizar el frenado al entrar en la atmósfera, mediante unos propulsores auxiliares. La masa total era de **4,730 Kgs.**, y su altura de **4,9 metros.** La cápsula esférica tenía un diámetro de **2,3 metros** y una masa de **2.500 Kgs.** En su interior se encontraba un asiento eyectable, similar al de los aviones de combate. Los propulsores permitían el frenado (un empujón de **1.583 Kgs.** durante **45 segundos**) y el control del aparato, pero no la modificación de los parámetros orbitales.



▶ Un hombre del pueblo

La figura de Yuri Gagarin contribuyó mucho a este éxito: su trayectoria profesional, conseguida partiendo de la nada y fruto de su propio coraje y sacrificio, parecía copiar los temas tradicionales que siempre han promulgado los americanos. Además era atractivo y refinado, lejos de aquellos trazos rectos con los que los americanos identificaban al compañero soviético en sus viñetas; representaba al ruso del futuro.
Cuando Yuri Gagarin fue enviado al espacio, la URSS gobernada por Nikita Jruschov vivía los años de la desestalinización y el país albergaba la

Gagarin era un modelo para la nueva URSS

esperanza de sobrepasar a Estados Unidos en un tiempo muy breve. Su vuelo impresionó al mundo entero y obligó al presidente estadounidense John F. Kennedy a relanzar el programa espacial norteamericano que culminaría con el logro de la llegada del hombre a la Luna, antes del final de aquel decenio.
Tras la misión espacial, la URSS le recibió como a un héroe nacional, mientras el resto del mundo ardía en deseos de conocerle. Más de 30 países le cursaron invitaciones para dic-

continúa en pág. 54 →

Monocámara para vigilar a la Tierra

• **Unos 40 años de práctica** en los vuelos espaciales han cambiado radicalmente la suerte de los astronautas. La nave Vostok-1 de Gagarin, una cápsula de metal de poco más de dos metros de diámetro, parecería un cachibache si le la comparase con el Sojuz o el Shuttle americano. Igualmente incómodas eran también las naves Mercury, Géminis y Apolo, las primeras con las que los Estados Unidos se lanzaron al seguimiento de la URSS.

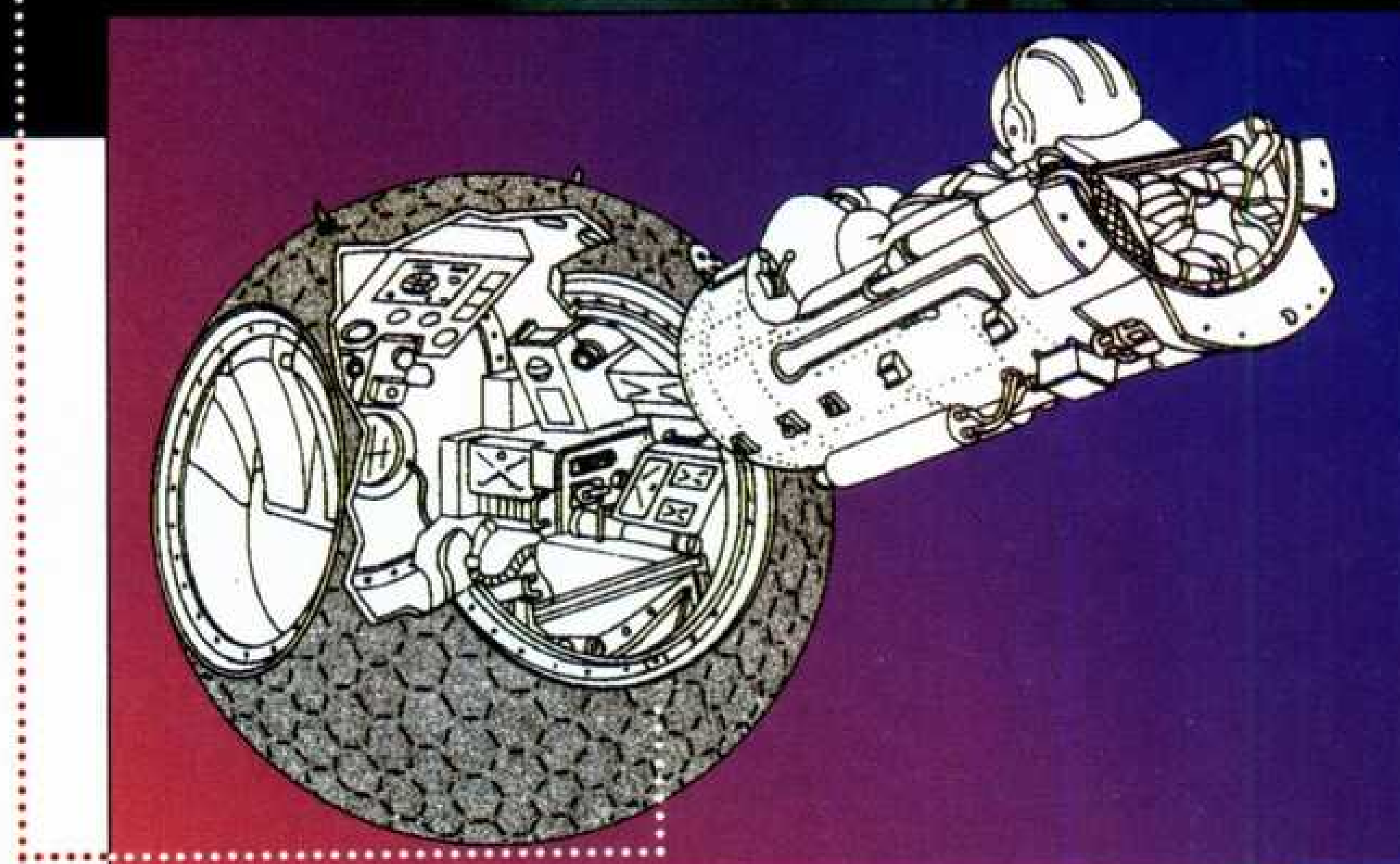
• **Sería necesario** que se creasen las primeras estaciones espaciales (Skylab en EEUU o Salyut en la URSS) para que los astronautas pudieran disponer de las mínimas comodidades, que más adelante mejoraron con la aparición de la Mir, en la que es posible permanecer más de un año.

• **La Vostok** fue concebida para una permanencia en el espacio nunca superior a diez días, aunque en ninguno de los vuelos que realizó fue utilizada más de cinco.. Era una cápsula automática. Incluso el sistema manual del asiento había sido bloqueado para que Gagarin no pudiera accionarlo en caso de una crisis nerviosa.

• **Proyectada por Serghiei Koroliov** en 1958, se probó en dos vuelos suborbitales y tres orbitales (con el nombre de **Korabl Sputnik**) y modificada en 1960 tras la muerte de un piloto durante la fase de eyección. Para solucionar el problema se introdujo un retraso de dos segundos entre la apertura de la escotilla y la eyección del asiento. Después de las modificaciones, y antes del lanzamiento de Gagarin, los rusos efectuaron con éxito otros tres vuelos de prueba sin tripulación.

• **La Vostok serviría** como punto de partida para el desarrollo de las cápsulas Voskhod, cuyo objetivo era el de acoger a más tripulantes en su interior, de los satélites Cosmos para el reconocimiento fotográfico militar y de los satélites Fotón destinados a experimentos científicos.


El asiento eyectable de la Vostok era uno de los componentes más peligrosos de la cápsula. Un año antes del lanzamiento de Gagarin, un piloto murió durante las pruebas del mecanismo de eyección. A causa de este accidente, el sistema fue sucesivamente modificado.



tar conferencias y contar sus experiencias.
La fama acrecentó su extraordinario éxito con las mujeres, a las que el cosmonauta nunca hizo ascos (pero este aspecto de su vida se mantuvo en secreto hasta la caída del imperio soviético). No volvió a tripular naves espaciales porque el Kremlin pretendía evitar riesgos al protagonista de la mayor empresa conseguida por los soviéticos desde el final de la II Guerra Mundial. Pero él, que había abierto la vía del espacio, no llegó a ver el final del camino, el desembarco americano en la Luna en 1969.
Casi un año antes del primer paseo lunar, Gagarin moría en un accidente aéreo. El 27 de marzo de 1968, cerca de Vladimir (200 kilómetros al este de Moscú), a la edad de 34 años, su Mig sufrió una avería: Gagarin prefirió quedarse a los mandos antes que lanzarse en paracaídas, evitando que el aparato se estrellase en un centro habitado. Murió, junto al instructor de vuelo que le acompañaba, en el acto. Sólo 20 años después, las autoridades soviéticas revelaron que el accidente lo originó otro avión Mig que se cruzó en su trayectoria.
El cuerpo del primer cosmonauta fue inhumado en los muros del Kremlin. Entre el numeroso batallón de personajes históricos sepultados en aquel lugar, Gagarin es el más amado por sus compatriotas. El furor iconoclasta que se extendió por todas las antiguas repúblicas soviéticas a raíz del fallido golpe de estado de 1991 contra la incipiente democracia, derribó monumentos y estatuas de todo signo. Los símbolos de 74 años de vida de la Unión Soviética cayeron uno tras otro, pero sólo una estatua fue respetada por el pueblo: la del héroe indiscutible de la vieja URSS, Yuri Gagarin.

El autobús del futuro

Si los autobuses quemaran gas natural en vez de gasóleo, sólo emitirían una novena parte de las sustancias contaminantes que ahora lanzan a la atmósfera. El reto actual de los fabricantes es ofrecer menos contaminación y más seguridad

POR JORGE PALACIOS

ex
cep
ca
mo
se
de
Si
ta
ro
un
Vo

Energía más limpia

Propulsión híbrida

• **Los autobuses** del futuro tendrán un sistema de propulsión mixta. El que propone Volvo en su Environmental Concept Bus (ECB) es un híbrido que consiste en una turbina de gas alimentada por alcohol. Como alternativa para su uso en el casco histórico de las ciudades, se utiliza un motor eléctrico cuyas baterías pesan menos de la mitad que las convencionales. El conductor dispondrá asimismo de un panel de instrumentos, parecido al de un avión, formado por dos pantallas de cristal líquido.





Silenciosos, confortables, fáciles de manejar y muy respetuosos con el ambiente; así serán los autobuses del futuro que ya ruedan como prototipos o se exhiben como *vehículos concepto* sobre los cuales los fabricantes experimentan los últimos avances tecnológicos que se aplicarán a la vida cotidiana dentro de no muchos años.

Si tomamos como representante de todos ellos al Environmental Concept Bus (ECB), un modelo desarrollado por Volvo Bus, el autobús del futuro llevará sus ruedas casi en las cuatro esquinas de la carrocería, y los órganos mecánicos se desplazarán al techo para así conseguir un piso totalmente plano. Un sistema de *arrodillamiento* permitirá aprovechar la suspensión neumática para rebajar la altura del lateral, sobre el que se abren las puertas a sólo 170 milímetros del suelo. Así, se facilitará el acceso a los ancianos, madres con niños pequeños e impedidos físicos.



La suspensión neumática no sólo facilitará el acceso al vehículo, sino que, al disponer de sistemas electrónicos de control, se convertirá en una suspensión activa, capaz de graduarse en función de la carga transportada, o de compensar la inclinación del vehículo en las curvas para mejorar la estabilidad y evitar que el viajero se mueva de un lado a otro como ocurre ahora.

Para mejorar su maniobrabilidad, el autobús del futuro será algo más corto que los actuales y el puesto del conductor se encontrará en el centro de la parte delantera, no en posición lateral. No obstante, un interior muy diáfano y un máximo aprovechamiento del espacio, le permitirán transportar 80 viajeros. Tendrá 30 asientos, anclados a la parte baja de las paredes laterales para dejar debajo de ellos un espacio libre que pueda ser aprovechado para colocar pequeños equipajes.

Será más corto, sí, pero también más alto: el autobús del año 2000 rebasará los tres metros de altura y estará rodeado por una amplísima superficie acristalada.

MÁXIMO ESPACIO INTERIOR
Con objeto de conseguir la mayor comodidad y libertad de movimientos de los viajeros, los órganos mecánicos se concentran por encima y detrás del vehículo. Los asientos van anclados a los laterales de la carrocería, dejando libre el espacio que hay debajo de ellos.

Industrial Art Studio

El último día de la Isla de Pascua

Perdida en medio del océano Pacífico, la Isla de Pascua guarda el secreto de los *moai*, las enormes esculturas de piedra que la han hecho famosa en todo el mundo. ¿Cómo es posible que sus antiguos habitantes pudiesen esculpirlas y levantarlas? ¿Por qué, en un momento dado, decidieron destruirlas casi todas? ¿Quién o qué provocó el fin de aquella civilización? Los últimos descubrimientos responden a estas preguntas, y representan una lección para todos

POR JARED DIAMOND*



EL OMBLIGO DEL MUNDO
La Isla de Pascua, o *Rapa Nui*, es denominada por los indígenas *Te Pito O Te Henua*, es decir, *el ombligo del mundo*. Una definición que se adapta perfectamente a un territorio de casi 120 kilómetros cuadrados, perdido en el Pacífico. Las costas de Chile, país al que hoy pertenece la isla, se encuentran a 3.800 kilómetros de distancia, y la isla más cercana, Pitcairn, a 1.850 kilómetros.

EL ESPÍRITU DE LOS ANTEPASADOS
Los *moai* representaban probablemente el espíritu de los antepasados de los antiguos isleños. El hecho de que hayan sido levantados de espaldas al mar hace pensar que tenían función protectora.





Hubo un tiempo en el que la Isla de Pascua era un paraíso alfombrado de verdor, sobre el cual se levantaban centenares de *moai*, las enormes esculturas de piedra que han hecho famoso a este lugar en todo el mundo. Hoy, es una tierra desolada, prácticamente sin árboles. Sólo queda una cincuentena de *moai* aún en pie, casi todos ellos recientemente restaurados. Gran parte de estas antiguas esculturas fue abatida o puede que su construcción quedara interrumpida. ¿Por qué se ha transformado tan profundamente la naturaleza de la Isla de Pascua? ¿Por qué sus habitantes renunciaron a sus *moai*? En la respuesta a estas preguntas se encierra una severa advertencia a nuestra propia civilización.
Hay pocas cosas que susciten tanta curiosidad como una civilización desaparecida. Sin embargo, ante las ruinas de la civilización jemer en Camboya, o las de las civilizaciones maya e inca en Suramérica, nadie se hace tantas preguntas. Entre las civilizaciones desaparecidas, la de la Isla de Pascua llama la atención por la profundidad de su misterio y por su aislamiento espacial y temporal del resto de la Humanidad. Muchísimas personas han dejado volar su imaginación ante estas gigantescas estatuas de piedra, que invitan a dejarse mecer por las olas de la fantasía.
A decir verdad, también yo, en algún momento, me he dejado seducir por las leyendas. Pero, hace poco tiempo, tuve la oportunidad de conocer los resultados de las excavaciones que David Steddman, paleontólogo del Museo del Estado de Nueva York, en Albany, está realizando junto a otros colegas, para des-

continúa en pág. 60 →



cubrir qué especies animales y vegetales existieron en la Isla de Pascua. Creo que las informaciones que se recogen en sus estudios no son simples leyendas del pasado, sino una preciosa realidad histórica, que encierra incluso una especie de advertencia para todos nosotros. Entonces, me volví a apasionar por sus misterios. La isla se encuentra a 3.800 kilómetros de la costa de Chile y tiene una superficie de casi 120 kilómetros cuadrados. Está situada a 27° de latitud sur y su clima es de tipo subtropical. Su nombre se debe a que el 5 de abril de 1722, fecha en que fue descubierta por el explorador holandés Jacob Roggeveen, era el día de Pascua. Los isleños, sin embargo, la llaman *Rapa Nui* (que debía significar *gran roca*) o *Te Pito O Te Henua* (*el ombligo del mundo*). La tierra que vio Roggeveen era una isla en la que los árboles no superaban los tres metros de altura, y cuya superficie estaba recubierta en su mayor parte de praderas. Según diversas investigaciones botánicas, sólo sobreviven 47 especies de plantas de crecimiento espontáneo, y la mayoría son hierbas, aneas y helechos. Sólo existe un par de especies de árboles altos. Entre los animales salvajes, predominan los pájaros. El único animal doméstico criado por los indígenas fue la gallina.

Si nos atenemos a las valoraciones de los europeos que lle-



OJOS DE CORAL
Frente pequeña, nariz prominente, ojos hundidos y orejas muy grandes. Ésta es la típica fisonomía de los *moai*. A las estatuas les eran aplicados también ojos de toba y de coral (hoy en gran parte destruidos), un rito que les confería mayor fuerza. Sobre la cabeza, como sombrero, portan una piedra rosa llamada *pukao*.

garon a la Isla de Pascua entre el siglo XVIII y el inicio del XIX, la población de la época estaba entre los 2.000 y los 3.000 habitantes. Cuando desembarcó en ella el explorador inglés James Cook, en 1774, los tahitianos que le acompañaban lograron comunicarse con los indígenas, por lo que podrían considerarse polinesios. Sin embargo, las embarcaciones que salieron al encuentro de Roggeveen y del capitán Cook eran demasiado míseras para pertenecer a los polinesios, unos navegantes tan expertos que eran conocidos como *el pueblo del mar*. Según Roggeveen, allí sólo había tres o cuatro grandes canoas de dos plazas y, dado que Pitcairn, la isla más próxima, se encuentra a 1.850 kilómetros de distancia, parece imposible que los habitantes de la Isla de Pascua pudieran tener esa procedencia con esas embarcaciones tan rudimentarias. Es más, con ellas ni siquiera podrían pescar en mar abierto. La Isla de Pascua salió a la superficie a causa de una erupción volcánica. De ahí que la línea de la costa sea bastante abrupta. Los indígenas vivían aislados y el holandés Roggeveen, durante su estancia, no encontró huellas de contactos con el exterior. Por otra parte, tampoco se ha descubierto objeto alguno que hubieran podido introducir otras poblaciones distintas de los habitantes autóctonos, o de los europeos que allí llegaron. Pero entonces, ¿cómo llegaron sus pobladores a esta isla tan lejana?

Para tratar de responder a este interrogante, veamos lo que nos revelan los gigantescos *moai*. Se dice que hubo un tiempo en el que, a lo largo de

continúa en pág. 62 →



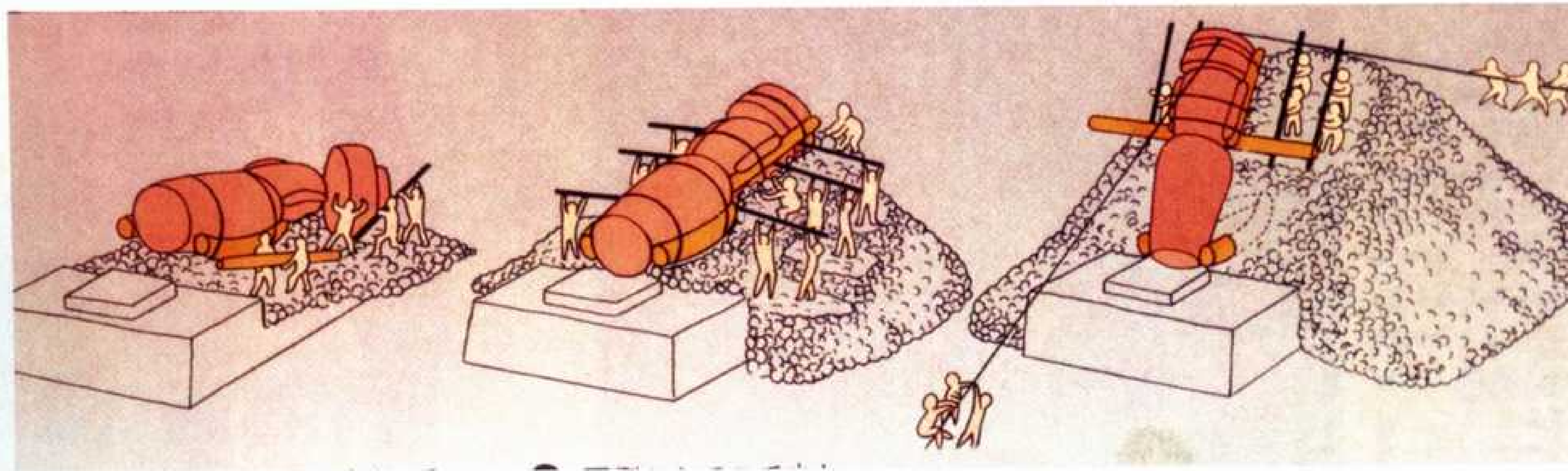
la costa, sobre enormes plataformas de piedra llamadas *ahu*, se alinearon más de 300 *moai*. Al menos otros 700 fueron abandonados, en fase de construcción, en las canteras de la isla o en los antiguos caminos que las unían con la costa. Es como si los escultores y los transportistas hubiesen tirado, de pronto, sus arneses e interrumpido su trabajo para siempre. Después de esculpirlos en el interior de la isla, los *moai* se llevaban hacia la costa, distante unos 10 kilómetros, y allí se levantaban dando la espalda al mar. Los había de casi 10 metros de altura y hasta 82 toneladas de peso.
Los *ahu* no eran menos colosales. Los más grandes superaban los 150 metros de anchura, tres de altura y las 10 toneladas de peso. Entre los *moai* abandonados, algunos casi llegan a alcanzar los 20 metros de altura y las 270 toneladas de peso.
Es lógico preguntarse, pues, de qué forma los indígenas, que no disponían de grandes árboles, de cuerdas resistentes ni de animales de carga llevaban estas gigantescas esculturas hasta un lugar distante

Con palancas de madera, levantaron montañas de roca esculpidas

¿Obra de los hombres o de los extraterrestres? En el pasado, se lanzó la idea de que los *moai* eran recuerdos del paso de seres procedentes del espacio. Una hipótesis basada en la convicción de que los habitantes de la isla no eran capaces de transportar a una distancia de 10 kilómetros los enormes bloques de piedra y levantarlos en vertical. La altura media de los *moai* es de unos cinco metros y unas 10 toneladas de peso, pero han sido encontrados algunos de 10 metros y 82 toneladas. Sobre la cabeza llevaban un bloque de piedra roja, que se asemeja a un sombrero, llamado *pukao*. Con este añadido, los *moai* más altos miden 20 metros.
Pero los arqueólogos han reconstruido el proceso. Para el transporte, se utilizaba una especie de trineo atado con cuerdas. Llegados al punto de destino, los *moai* eran inmovilizados y se les colocaba el *pukao*. Los dos elementos se mantenían unidos con una estructura de maderas. Haciendo palanca con los troncos de los dos lados, se elevaban, mientras se rellenaba con piedras el hueco para impedir que se volviese a caer. Una vez que los *moai* se izaban hasta la mitad, se quitaba el trineo y se completaba la obra con ayuda de cuerdas.
Las dudas de los investigadores se centran más en el significado de los *moai*. Probablemente se trate de la divinización del espíritu de los antepasados. A veces, se colocaban ojos de toba y de coral (hoy se han perdido casi todos), porque se pensaba que el rito confería a la estatua mayor fuerza espiritual.
El hecho de que la mayor parte de los *moai* haya sido izada de espaldas al mar hace pensar que las esculturas tenían la obligación de cuidar a la población y de proteger sus tierras. Los estudiosos han atribuido un significado a su rostro, con sus pequeñas frentes, sus ojos hundidos, la nariz enhiesta y las orejas grandes. En la época en la que fueron construidos, la clase dirigente estaba formada por los *hanau eepe*, expresión que significa *gente de grandes orejas*. Los *moai* eran, pues, el símbolo del poder de las clases superiores.
Además, en la isla hay más de mil piedras esculpidas, relacionadas con el mito del hombre-pájaro y del dios Makemake, en honor al cual cada primavera se realizaba una ceremonia religiosa, tradición que continuó hasta el año 1888. Era, como recordarán los que hayan visto la película *Rapa Nui*, una lucha entre los jóvenes más valerosos, que debían bajar desde una altura escarpada, llegar a nado a un islote y volver con los huevos del pájaro *manutara*, un tipo de golondrina marina. El primero que regresaba con un huevo intacto, conseguía el título de *hombre-pájaro*.



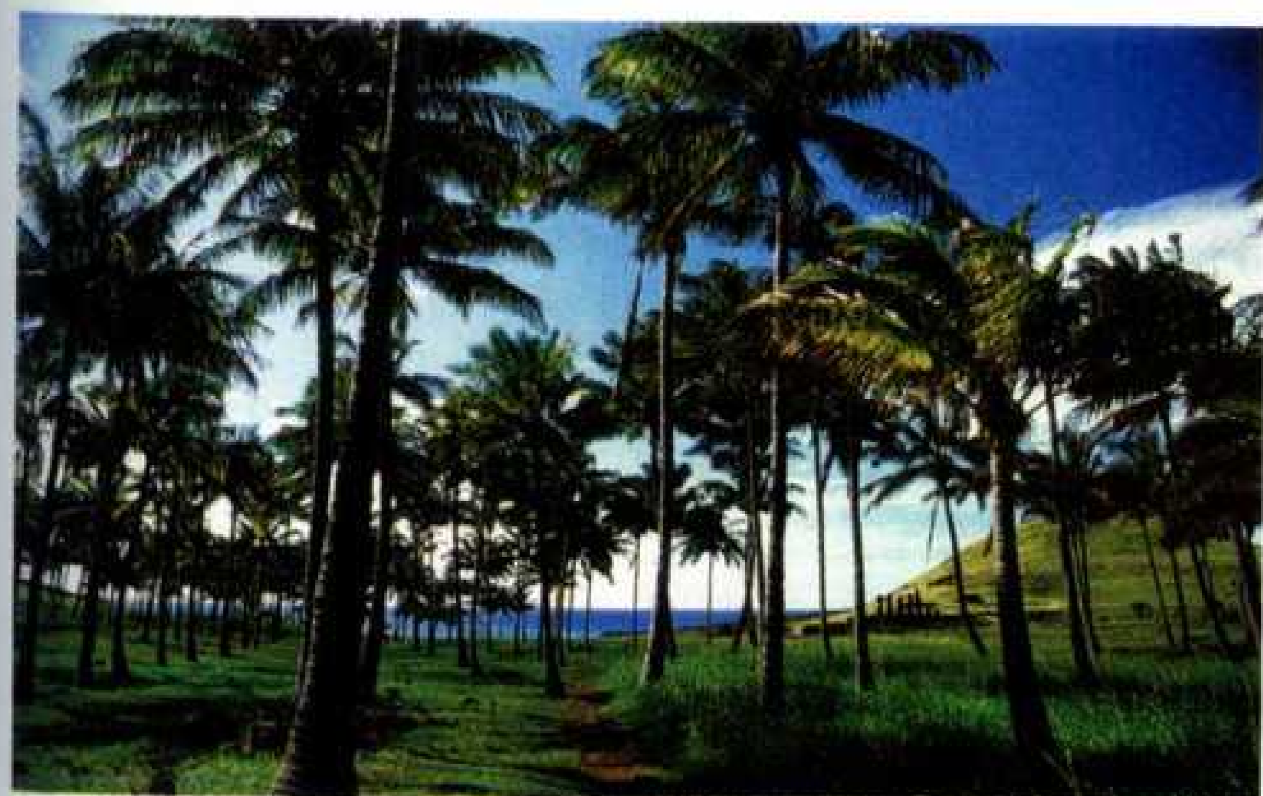
NO FUERON LOS MARCIANOS. Los antiguos isleños levantaban los *moai* con un sistema de palancas fabricadas con troncos. Utilizaban, incluso, cuerdas de fibra vegetal.



El moai era trasladado con un trineo, y levantado con una palanca de troncos.

El espacio vacío se rellenaba con piedras, para evitar que el *moai* cayese hacia atrás.

Ya levantado hasta la mitad, se retiraba el trineo y se ayudaban con cuerdas.





DEL PARAÍSO TERRESTRE A LA VERDE PRADERA
El aspecto actual de la Isla de Pascua es el de una roca desnuda batida por los vientos. Así la descubrieron los primeros exploradores europeos en el 1700. Son poquísimas las palmeras y demás especies de plantas de tronco alto. Hoy, por el análisis de los pólenes, se sabe que en otro tiempo la vegetación fue muy abundante.

varios kilómetros y cómo las levantaban. Además, si ya a la llegada de Roggeveen, en 1722, y de Cook, en 1774, muchos *moai* habían sido abatidos, ¿por qué los isleños los construían? ¿Y por qué dejaron de hacerlo? Como ya hemos señalado, en la Isla de Pascua, antes del desembarco de Roggeveen, había una población de entre 2.000 y 3.000 personas, que formaban una sociedad muy bien organizada, sobre todo en lo concerniente a la construcción de los *moai*.

Las mejores piedras eran recogidas en varias partes de la isla. El cuerpo principal del *moai* era traído de la zona del Rano Raraku, en el noroeste. La piedra roja que se les colocaba encima de la cabeza, llamada *pukao*, provenía de Pona Pau, una localidad del interior, hacia el sudeste. Y las herramientas para levantar las piedras procedían del monte Orito. Las fértiles tierras cultivables se encontraban en el sur y en el este, mientras las zonas de pesca estaban al norte y al oeste. Para que la distribución, tanto de la comida como de las piedras, funcionase bien, se necesitaba una organización muy desarrollada. Para saber cómo pudieron llegar a crear esta sofisticada organización, es necesario responder primero a otra cuestión: ¿de dónde procedían estos hombres? El debate se abrió hace más de 250 años, sin que se haya llegado todavía a una solución definitiva.

El análisis del ADN prueba que los habitantes son de origen polinesio

Muchos eran escépticos ante la idea de que una población polinesia, a la que se le atribuía una tecnología primitiva, hubiese sido capaz de construir las gigantescas estatuas y sus cimientos modelados.

En los años 50, el explorador noruego Thor Heyerdahl propuso la teoría de que fueron los indios del continente americano, con su civilización avanzada, los que emigraron desde las regiones del lago Titicaca (entre Bolivia y Perú) hacia la Polinesia, estableciéndose también en la Isla de Pascua. Para demostrar su hipótesis, intentó la travesía del Pacífico en una balsa, a la que puso el nombre de Kon-Tiki, en honor al mítico caudillo de estos antiguos emigrantes. En los años 60, se avanzó también la inevitable hipótesis de los extraterrestres.

Pero todas estas teorías igno-

continúa en pág. 66 →

El mapa del tesoro de Rapa Nui

El mapa muestra los lugares arqueológicos de la isla, las esculturas más importantes y otras zonas de interés histórico



Costa de Anakena: es el punto donde la leyenda cuenta que desembarcó el soberano Otsumatsua. Se trata de una gran playa, con palmeras traídas de Tahití

Nau Nau: aquí, en 1978, fueron reconstruidos *moai* con ojos de coral blanco y toba roja

Te Pito Kura, *el ombligo del mundo*

Mahatua

Península de Poike

Monte Puakateki

Monte Rano Raraku: montaña en la que eran sepultados los *moai*. Hay algunos incompletos. Cerca de 400 están completamente enterrados

Tongariki

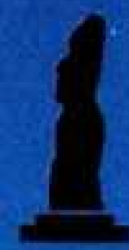
Tetenga: *moai* rotos en tres puntos

One Makihi: dos *moai* caídos que miran hacia arriba

Aka Hanga: cuatro *moai* con el rostro vuelto hacia el terreno, y con la cabeza y el cuello rotos en varios puntos

símbolos


Moai


Moai sobre una base (*ahu*)


Moai con base y sombrero (*pukao*)


Pukao


Bajorrelieves en roca

En el mapa aparecen las localidades de la isla y los principales lugares en los que se encuentran los *moai*

Cómo visitar la tierra de los 'moai'

Bastan tres o cuatro días para recorrer las misteriosas joyas arqueológicas de la Isla de Pascua, un lugar que, por su clima subtropical, se puede visitar durante todo el año. Hasta allí se puede llegar en avión, desde Santiago de Chile, después de haber recorrido lo mejor del país andino. La agencias de viajes suelen incluir excursiones y alojamiento en los mejores hoteles de Santiago, Calama, Puerto Varas e Isla de Pascua. Para más información, diríjase a su agencia de viajes.



ran un dato esencial: que los habitantes de la Isla de Pascua eran polinesios que provenían de Asia y avanzaban hacia oriente. Como ya apreció el capitán Cook, su lengua era de raíz polinesia. Incluso los *moai* tienen su origen en esa cultura. Sus aparejos de pesca y demás utensilios se parecen a los objetos procedentes de las Islas Marquesas. Y hoy, con el examen de ADN, efectuado en 1994 sobre 12 huesos humanos encontrados en la isla, se puede decir que pertenecen a polinesios. Además, los isleños, crían gallinas y cultivan patatas dulces, bananas y moreras, todos productos típicos de la Polinesia, procedentes del sudeste asiático.

La isla vivió su época de máximo esplendor entre los siglos XIII y XVI

Cerrada la época de las fantasías divertidas, la realidad se va abriendo camino poco a poco, gracias a la investigación en tres campos: la arqueología, la paleontología y, sobre todo, la polinología, es decir, el estudio de los pólenes fósiles.

Con la medición a través del radiocarbono, el periodo más antiguo en el que se comprueba la existencia de actividad humana sobre la Isla de Pascua va del 400 al 700 d.C., lo que coincide con las estimaciones de los lingüistas, fechadas en torno al 400. Los habitantes de la isla probablemente llegaron desde la Polinesia oriental hace cerca de 1.600 años, hacia el 400, y la cumbre de la fabricación de *moai* se sitúa entre el 1200 y el 1500. Casi todos los arqueólogos piensan que, en esa época, vivían allí unas 7.000 personas.

Estos investigadores han realizado un experimento sobre la fabricación y el transporte de los *moai*, concluyendo que una estatua muy grande puede ser realizada por 20 personas a lo largo de un año, utilizando simplemente utensilios de piedra.

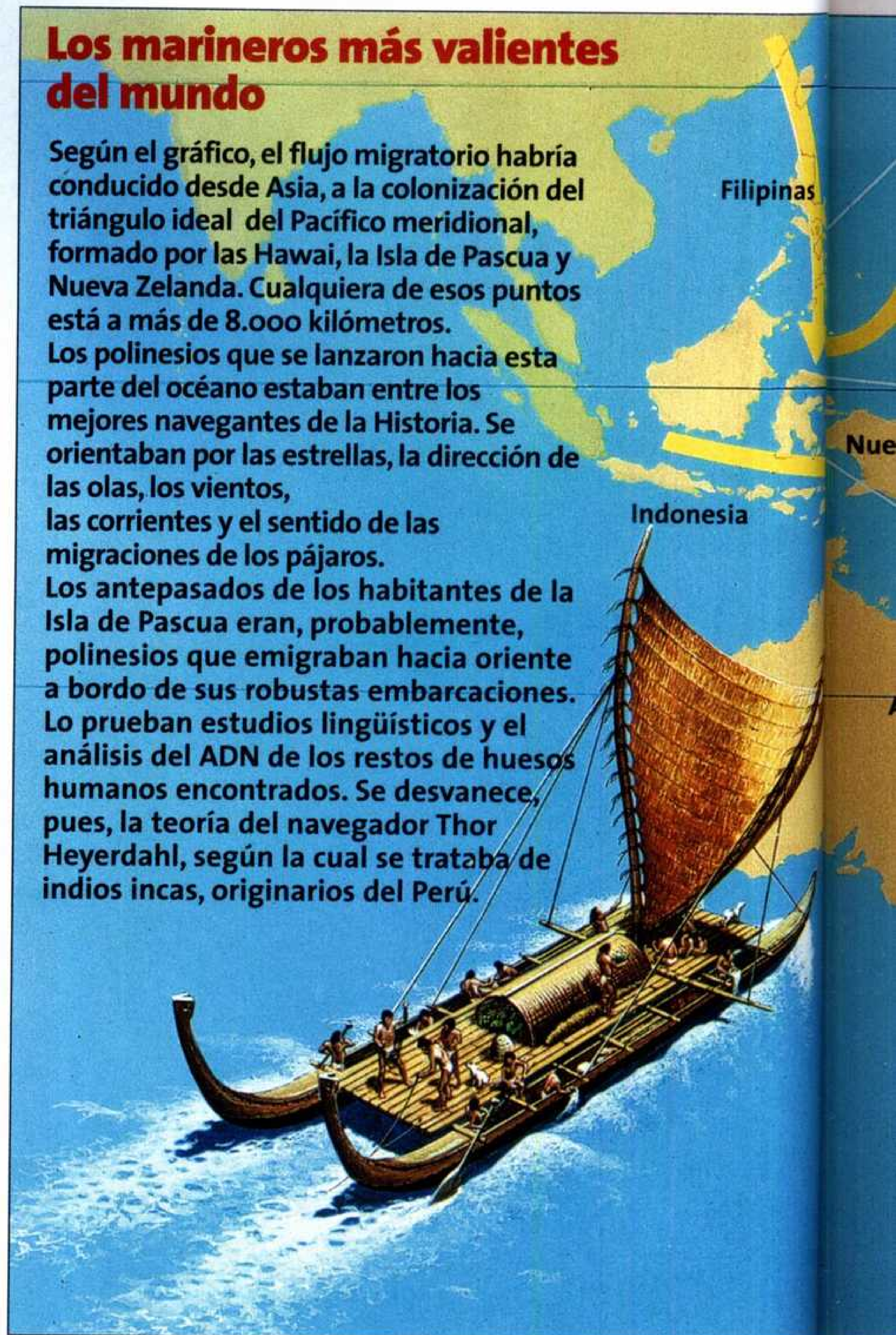
También han demostrado que, si disponen de madera y cuerdas, 200 personas pueden cargar el *moai* en una especie de *trineo* y transportarlo a lo largo de un camino en el que se vaya colocando una serie de troncos para facilitar su avance. Después, la enorme escultura se iza haciendo palanca con los troncos.

¿Quiere eso decir que lo necesario para realizar estas grandes obras se daba en la antigua Isla de Pascua? Responder a esta cuestión es obligación de la polinología, la ciencia que estudia los pólenes y las esporas: primero se busca un charco o un pantano en el que poder excavar verticalmente, para medir con el radiocarbono su edad geológica; después, se extraen los sedimentos, de arriba hacia abajo, se examinan al microscopio y se analiza la cantidad y la tipología de los pólenes. Es un trabajo que requiere paciencia, pero que ha permitido descubrir una realidad sorprendente. Al menos 30.000 años antes de que los seres humanos se instalasen allí y hasta el final del primer periodo de su asentamiento, la isla estaba cubierta de árboles típicos de las regiones subtropicales.



UNA CIVILIZACIÓN AVANZADA. Las pocas tierras fértiles estaban al sur y al este. Allí se cultivaban bananas, patatas dulces, caña de azúcar y moras. Para que la alimentación pudiese llegar a toda la población, se necesitaba una eficiente organización social.

Los marineros más valientes del mundo



Según el gráfico, el flujo migratorio habría conducido desde Asia, a la colonización del triángulo ideal del Pacífico meridional, formado por las Hawai, la Isla de Pascua y Nueva Zelanda. Cualquiera de esos puntos está a más de 8.000 kilómetros.
Los polinesios que se lanzaron hacia esta parte del océano estaban entre los mejores navegantes de la Historia. Se orientaban por las estrellas, la dirección de las olas, los vientos, las corrientes y el sentido de las migraciones de los pájaros.
Los antepasados de los habitantes de la Isla de Pascua eran, probablemente, polinesios que emigraban hacia oriente a bordo de sus robustas embarcaciones. Lo prueban estudios lingüísticos y el análisis del ADN de los restos de huesos humanos encontrados. Se desvanece, pues, la teoría del navegador Thor Heyerdahl, según la cual se trataba de indios incas, originarios del Perú.



UN ALTAR PARA UN GIGANTE. **Los *moai* se colocaban sobre los *ahu*, plataformas de piedra que podían alcanzar los 150 metros y que tenían una función semejante a la de los altares.**

Parece que a su sombra crecían lujuriosamente plantas, arbustos de todo tipo, hierbas y helechos. Entre las especies presentes, el árbol *hau hau*, del que se sacaban las fibras para fabricar cuerdas, y el *toromiro*, usado como leña para quemar. Lo más sorprendente ha sido descubrir que el estrato de tierra más profundo estaba lleno de pólenes de palmeras, árboles que actualmente no existen en la isla.
Además, gracias a las excavaciones dirigidas por David Steddman, es posible comprender algo de su fauna. Apoyándose en la experiencia de otros territorios polinesios, Steddman pensaba que casi la totalidad de los restos encontrados en un antiguo vertedero eran esqueletos de peces. Sin embargo, la zona marítima que la rodea es demasiado fría para que los peces puedan vivir en la barrera coralina. Además, la costa la forman paredes rocosas y escarpadas, con pocas zonas propicias para la pesca. En realidad, entre los restos que pertenecen al primer periodo migratorio, los esqueletos de

continúa en pág. 68 →



peces eran menos de la cuarta parte. Un tercio de ellos estaba formado por huesos de delfines. Estos parecen ser la comida favorita de los antiguos habitantes de la isla, que probablemente también se alimentaban con pájaros marinos. Pero, para cazar los delfines y asestarles los arpones, necesitaban abordarles en mar abierto, con barcas de grandes dimensiones que sólo se podían construir con madera de palma. Un estudio posterior confirma que, en aquella época, en la isla existían palmeras en abundancia.

Por lo tanto, la isla que encuentran los primeros habitantes procedentes de Polinesia oriental, hacia el año 400, era sin duda un paraíso terrenal. ¿Por qué entonces se convirtió en una tierra quemada? De nuevo gracias a la polinología, se ha descubierto que la destrucción de los bosques y de las selvas comenzó alrededor del año 800. Desde esa fecha en adelante, se encuentran en los sedimentos huellas de árboles quemados. De tal forma que los pólenes de palmeras y de arbustos disminuyen o desaparecen y, en su lugar, aumenta el polen de las hierbas. Poco antes del 1.400, la palmera se extingue por completo. Quizá porque fueron taladas en exceso, aunque pudiera ser causado por los topos, que se habían reproducido masivamente y que excavaban para buscar los frutos de la palma, impidiendo el nacimiento de nuevos brotes.

El árbol *hau hau*, utilizado para fabricar las cuerdas, no se ha extinguido del todo, pero se ha reducido enormemente. Cuando llegó Heyerdahl, del árbol *toromiro*, utilizado como leña para quemar, sólo quedaban unos cuantos ejemplares. Es decir, que en el siglo XV, en la Isla de Pascua desaparecieron selvas enteras. Los hombres abatieron los árboles; los topos comían sus frutos; los pájaros selváticos que ayudaban a la difusión de los pólenes y de las semillas fueron extinguiéndose y, tras ellos, los demás animales. La excesiva pesca de moluscos exterminó gran parte de los recursos alimenticios de sus costas. Según los estudios, los huesos de delfines desaparecieron alrededor del 1.500. Eso significa que, desde aquella época, fue imposible construir grandes canoas.

El canibalismo era una práctica común entre los isleños

Los isleños potenciaron, entonces, la cría de gallinas, pero, al final, como último *recurso de proteínas*, comenzó el canibalismo. En los refugios del último periodo, se han encontrado muchos huesos humanos, e incluso la tradición oral hace referencia a esta práctica. La casi total deforestación, causada por el aumento de población, superó al final la capacidad de reproducción del bosque. A causa de la extinción de los bosques, avanzó la erosión del suelo por la acción de la lluvia y del viento y la desertización provocada por el sol. El alimento escaseó y se hizo difícil mantener a los

continúa en pág. 70



LA FÁBRICA DE LOS 'MOAI' ERA UN VOLCÁN APAGADO
La Isla de Pascua es rica en volcanes apagados (en la foto de arriba, el cráter del Ranu Kau). La piedra usada para fabricar el cuerpo de los *moai* provenía del volcán Rano Raraku, en el noroeste, y los utensilios, del monte Orito, en el suroeste.

jefes, funcionarios y sacerdotes, clases exentas de trabajo manual. En su lugar, los militares ganaron terreno. Cayó el centralismo y llegó la época de los conflictos tribales.

La población disminuyó rápidamente. Primero se redujo en un cuarto, después en una décima parte. Durante estos conflictos, hacia el 1700, probablemente se inició la destrucción de los *moai* de los enemigos y, cuando el misionero francés Eugène Eyraud visitó la isla en 1864, la mayoría de los *moai* habían sido abatidos.

Una antigua leyenda isleña explica la caída de los *moai* de otra forma. Se cuenta que sus constructores se alimentaban de peces especialmente pescados para ellos. Un día, los pescadores descubrieron una enorme langosta, la capturaron y se la llevaron a los escultores. Estos, por su parte, le pidieron a una bruja que la cocinase. La mujer consintió en hacerlo, a cambio de una buena parte del crustáceo. Mientras la langosta cocía, la bruja se alejó para visitar a su hermano. A su vuelta, la langosta había sido devorada por los escultores, que estaban trabajando en un *moai* especialmente grande. La bruja se enfureció y les lanzó su maldición: «¡Estatuas que estáis de pie, caed! Y vosotros, nunca más me robaréis la comida: quedaos inmóviles». Así fue como cayeron los *moai*, y los escultores, convertidos en piedra, no pudieron esculpir otros.



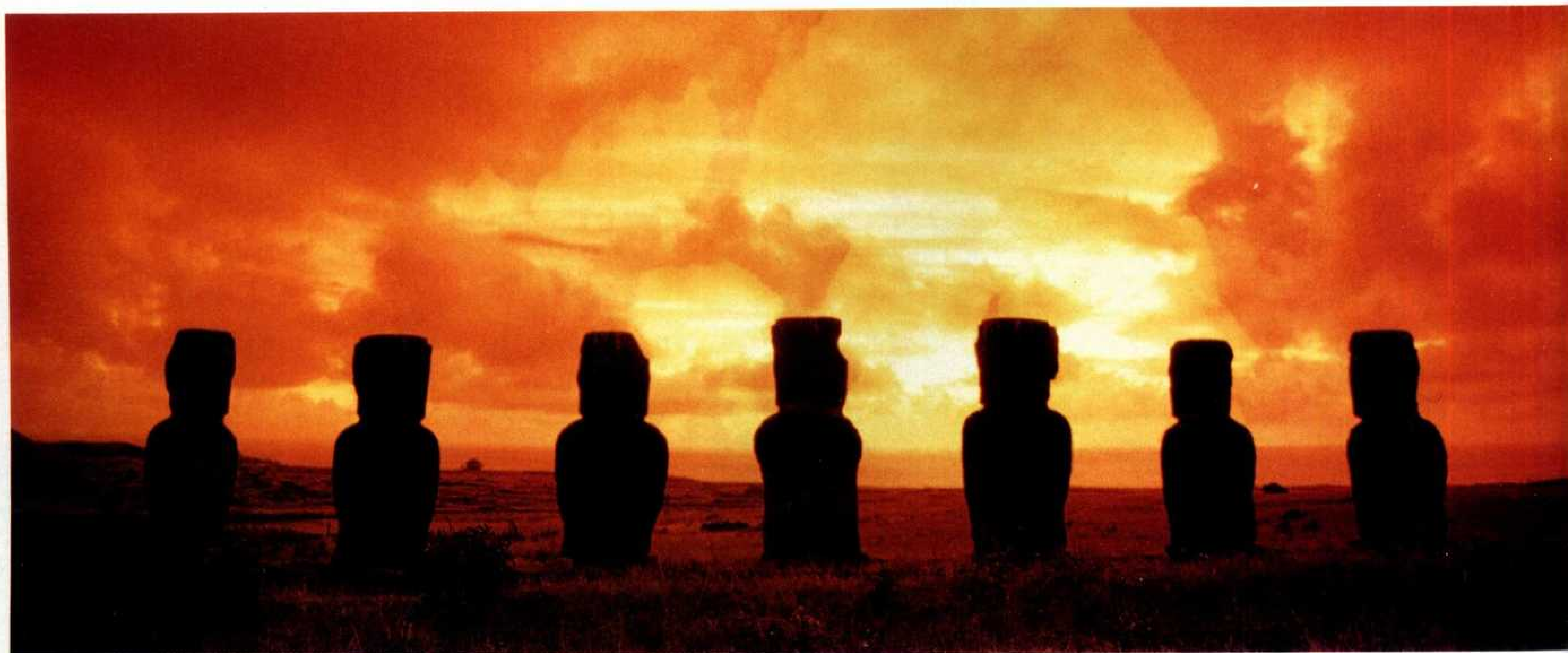
EN CANOAS, A LA CAZA DE DELFINES. La playa de Anakena, sobre estas líneas, es la única bahía resguardada de la isla. El resto de la costa es abrupta. Los isleños, a bordo de canoas de madera de palma, salían a mar abierto para pescar delfines, su comida preferida.

Su autodestrucción es una seria advertencia para la Humanidad

Brujas y langostas aparte, sigue en pie la cuestión de cómo los isleños no se dieron cuenta, antes de que fuese demasiado tarde, de que el equilibrio ecológico de la isla se estaba comprometiendo fatalmente. Quizá todos estos cambios no se produjeron a la vez, sino gradualmente (los bosques desaparecieron durante los últimos años). Además, aunque alguno de los habitantes se hubiese dado cuenta del peligro, su voz habría sido sofocada por los funcionarios y por los jefes, que habrían descubierto el negocio derivado de la tala de los árboles. Cuando se taló el último árbol de palma con frutos, quizá ni siquiera se dieron cuenta de que realmente era el último.

Lo que sucedió en la Isla de Pascua tiene una clara moraleja. El continuo aumento de la población debería llevarnos a afrontar la realidad de la limitación de los recursos que también nosotros continuamos despilfarrando. Los habitantes de la Isla de Pascua eran unos pocos miles de personas, sólo poseían herramientas de piedra y su propia fuerza física y, aún así, se autodestruyeron. ¿Es posible que la especie humana, que utiliza todo tipo de materiales y la fuerza de poderosas máquinas, se autodestruya? Por fortuna, hay una diferencia: nosotros conocemos la historia de las demás civilizaciones. ¡Ojalá las nuevas generaciones sepan extraer las enseñanzas de la Isla de Pascua!

**Jared Diamond es etnólogo y fisiólogo de la Universidad de California, en Los Ángeles.*



Gaceta de los descubrimientos

EL DIARIO DE HISTORIA DE LA CIENCIA DE NEWTON
Así es como los periódicos de la época habrían anunciado los descubrimientos de la ciencia y la tecnología. Estas noticias son históricamente ciertas.

Kitty Hawk, 18 de diciembre de 1903

LOS HERMANOS WRIGHT

Hijos de un pastor protestante, Wilbur y Orville Wright nacieron, respectivamente, en Milvile, Indiana, el 16 de abril de 1867, y en Dayton, Ohio, el 19 de agosto de 1871. El virus del vuelo contagió a los dos hermanos en 1878, cuando su padre les regaló un helicóptero de papel y bambú que se elevaba impulsado por una goma elástica. Fascinados por aquel mecanismo fabricaron durante años mecanismos para bicicletas, al tiempo que experimentaban sobre el vuelo. Tras horas de investigaciones, desarrollaron una tecnología clave que ha permitido hacer volar al primer aeroplano, después de decenas de experimentos fallidos por parte de los más grandes inventores del mundo.
Los Wright han tenido una intuición determinante que ha permitido una operación antes imposible, el control lateral del vuelo. Después de observar cómo volaban algunas aves, han inventado el estabilizador alar, un dispositivo que permite al piloto torcer las extremidades de las alas, una en sentido contrario a la otra, modificando el perfil del borde de salida (la idea que, perfeccionada, llevará a la creación de los alerones).
Finalmente, los cabos para el estabilizador han sido controlados con los movimientos del cuerpo del piloto, colocado en una especie de cuna en el centro del ala inferior.

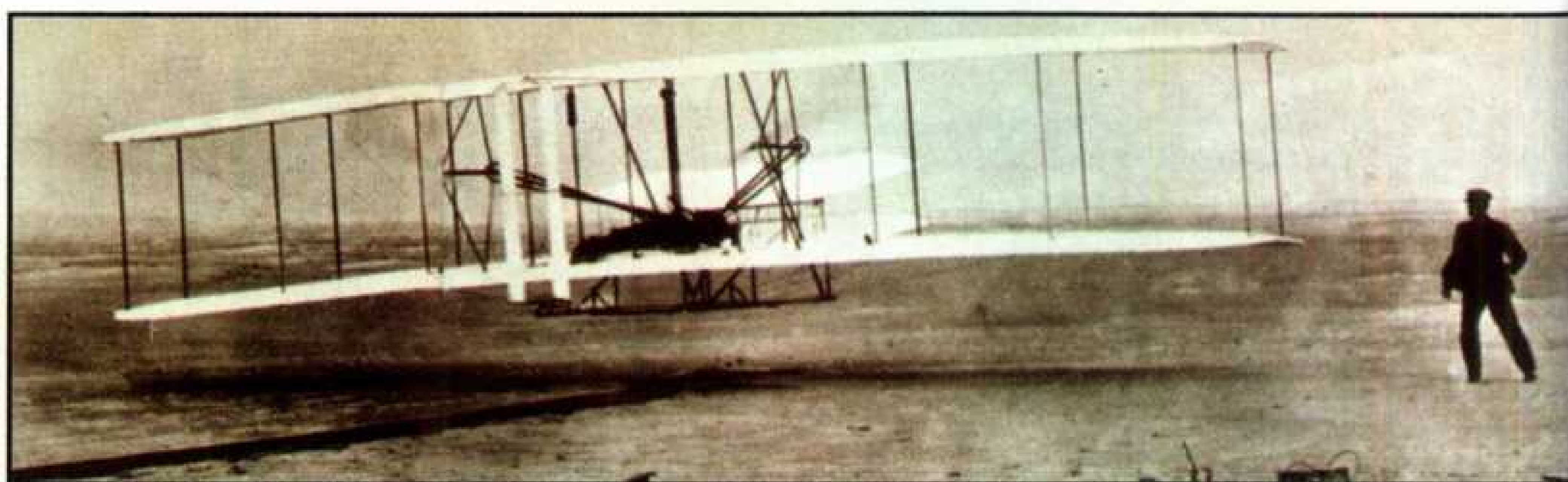
Un biplano a motor se mantiene en el aire durante 59 segundos

El vuelo del primer aeroplano

Los hermanos Wright han hecho volar, por primera vez en la Historia, un medio a motor más pesado que el aire. Un día tomaremos el avión igual que hoy utilizamos el tren. Orville habla de su experiencia: «Ha sido una sucesión de subidas y bajadas».

DESDE KITTY HAWK

Desde tiempos de Ícaro, el hombre ha soñado con poder volar, un sueño que, por fin, se ha hecho realidad. Sobre la playa de Kitty Hawk, en Carolina del Norte, dos fabricantes de bicicletas norteamericanos, Wilbur y Orville Wright, han hecho volar al primer aeroplano de la historia. El *Flyer* ha completado cuatro vuelos, el último de casi un minuto de duración.
Tres años llevaban los dos hermanos intentándolo. Primero, por medio de planeadores; en los últimos tiempos, añadiendo un motor de gasolina fabricado por ellos mismos, dado que los existentes en el mercado eran demasiado pesados. El motor pesa 77 kilogramos, desarrolla 12 caballos de potencia y acciona hélices de madera, con engranajes y cadenas de bicicleta. Además, tiene una apertura de alas de 12 metros y un peso de unos 340 kilogramos.
Las pruebas comenzaron a las 10.35 horas. Sobre un tramo llano y con un viento en contra de 40 nudos, Wilbur ha puesto en marcha el motor del biplano, impulsándolo al máximo. Mientras, su hermano Orville ha soltado el cabo que lo sujetaba y el aeroplano ha dado un salto hacia el frente elevándose. El primer vuelo duró sólo 12 segundos, con un recorrido de poco más de 36 metros, a una altura de tres metros y una velocidad de 16 Km/h. Al primer vuelo le han seguido otros tres con Orville y Wilbur alternándose en los mandos. El último ha durado 59 segundos, con un recorrido de 260 metros. «El vuelo», ha declarado Orville «ha sido una constante sucesión de subidas y bajadas, en parte provocadas por el viento y en parte, por la falta de experiencia en el gobierno del avión, que subía improvisadamente y después descendía rápidamente. Hemos afrontado la empresa vestidos como siempre, con cuello almidonado y corbata». Ya se sabe, incluso el volar exige clase.



Momento histórico: el avión de los hermanos Wright realiza el primer vuelo a motor.

Los Wright quisieron avisar a la prensa, pero se les adelantaron

Un telegrafista difunde la noticia



La extraordinaria noticia ha sido comunicada por un telegrafista. A las tres de la tarde de ayer, los hermanos Wright han enviado a su padre el siguiente mensaje: «Éxito cuatro vuelos. Todos contra 121 millas. Partimos de la tierra con única potencia motor. Velocidad media del aire 31 millas. Vuelo más largo 59 segundos. Informa periódicos. Orville». Pero el telegrafista de Norfolk avisó a los periódicos, sin autorización, y la noticia cogió a todos por sorpresa. Hace pocos meses, el prestigioso *New York Time* había sentenciado rotundamente que «por lo menos durante otros 1.000 años, el hombre no volará».

¿Cómo terminará?

Los Wright perfeccionaron rápidamente su invento, y el 5 de octubre de 1905 ya eran capaces de volar durante 38 kilómetros. Wilbur Wright abrió en Roma, en 1909, una escuela de pilotaje. Uno de los primeros que obtuvieron la licencia fue Umberto de Saboya.

La mano del diablo

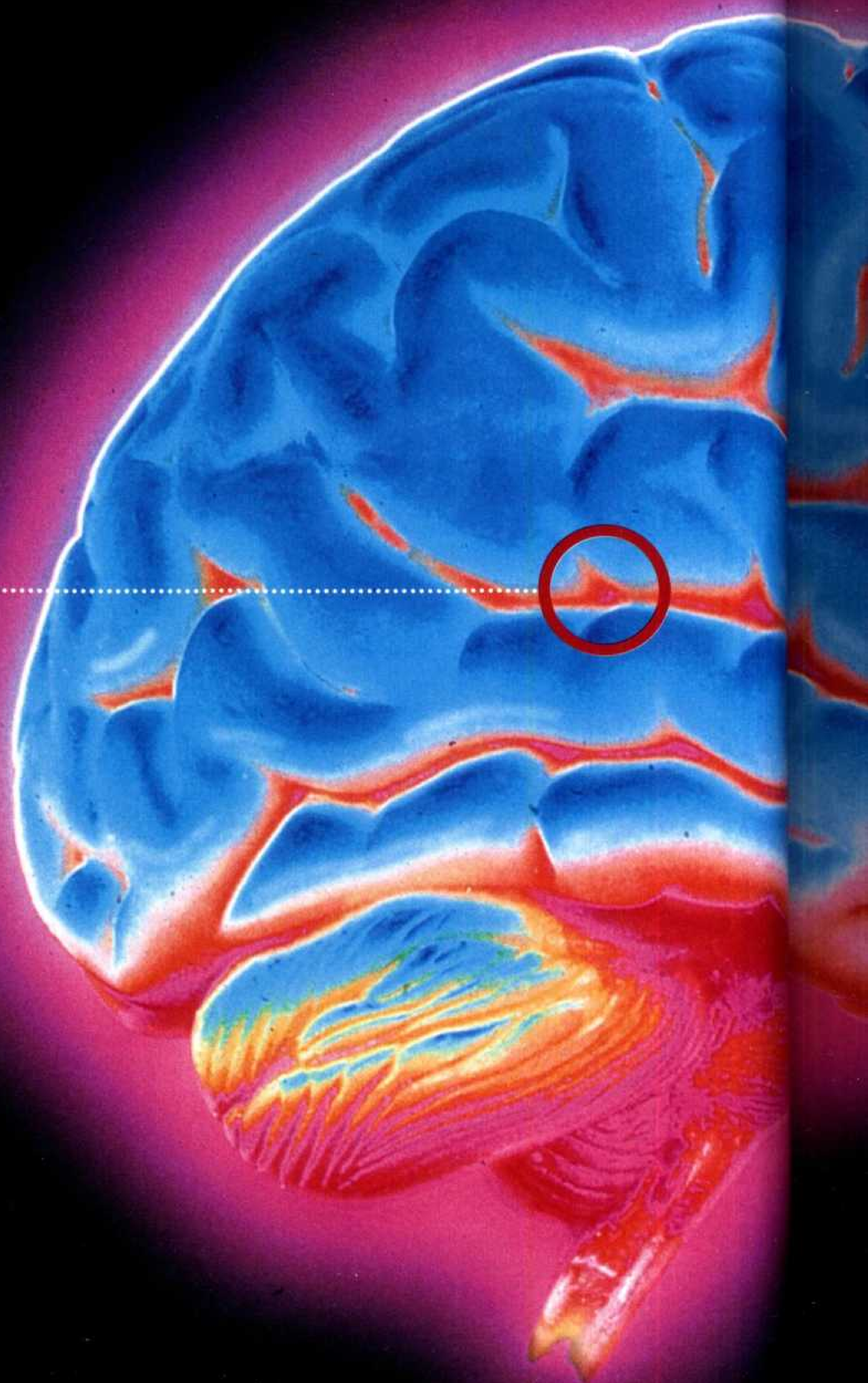
En el pasado, ser zurdo era un grave defecto. Hoy, utilizar la mano del diablo se considera casi un signo de genialidad. Pero quedan cuestiones sin responder sobre la lateralidad izquierda, un fenómeno que condiciona la vida de millones de personas

POR FRANCESCA CAPELLI Y ANA GOÑI



UN EJÉRCITO DE CREATIVOS
En el cerebro de los zurdos suele dominar el hemisferio derecho, sede de la creatividad y de la capacidad de síntesis. En las imágenes, Bob Dylan (arriba), Iñaki Urdangarín (abajo), Ghandi y Leonardo da Vinci (en la página siguiente).





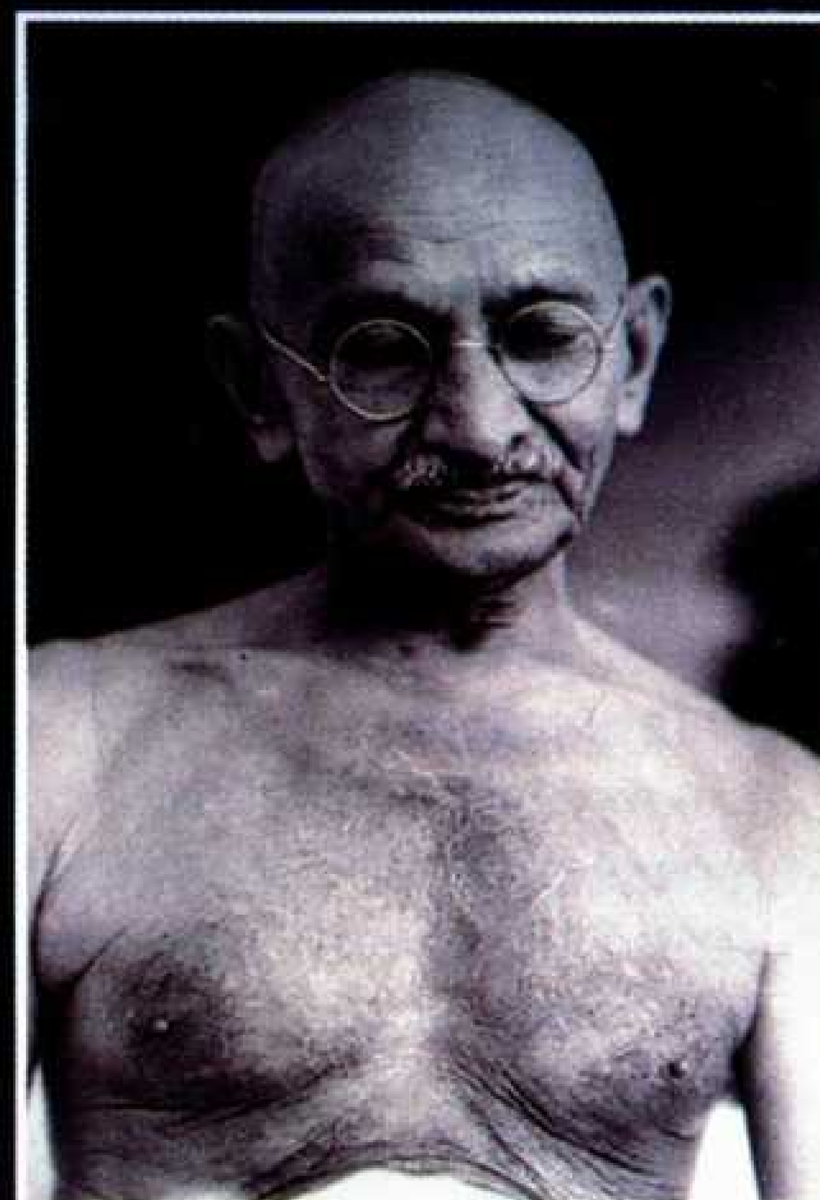
¿Eres zurdo? Entonces, eres diferente». Durante mucho tiempo, la mano izquierda ha sido un símbolo negativo. En la tradición hebreo-cristiana llegó a identificarse con el demonio, mientras que los musulmanes consideran pecado lavarse con la mano *impura*. El mundo científico también ha mirado con recelo la lateralidad izquierda, la tendencia a utilizar esta mano en las tareas cotidianas. En un tratado de psiquiatría de 1921, se consideraba como sinónimo de demencia y, en los años 60, se relacionaba con la dislexia. Pero los zurdos dijeron basta y constituyeron el *lobby de la izquierda*, reivindicando su derecho a utilizar la *mano del diablo*, sin tener que avergonzarse por ello. Nacieron así clubes y asociaciones de zurdos, negocios que venden objetos diseñados expresamente para ellos y, lógicamente, infinidad de páginas y direcciones en Internet. Se produjo, pues, una inflexión total, un cambio de 180 grados en su consideración social. Lo que hasta entonces aparecía como un defecto que corregir y, a veces, un síntoma patológico, pasó a ser casi un signo de genialidad.

En cualquier caso, es una característica distintiva que los diferencia de la masa, de la grey de los diestros. Por eso, los zurdos, incluso en las épocas de caza de brujas, no se resignaron a abjurar y convertirse a la derecha, sino que transformaron su diversidad en un motivo de orgullo. En definitiva, pocos pero buenos.

Con los datos en la mano –la izquierda, naturalmente–, el ejército de los zurdos puede enorgullecerse de contar entre sus filas con grandes personajes de la Historia, artistas, inventores, actores y campeones deportivos. ¿Algunos ejem-

continúa en pág. 76 →

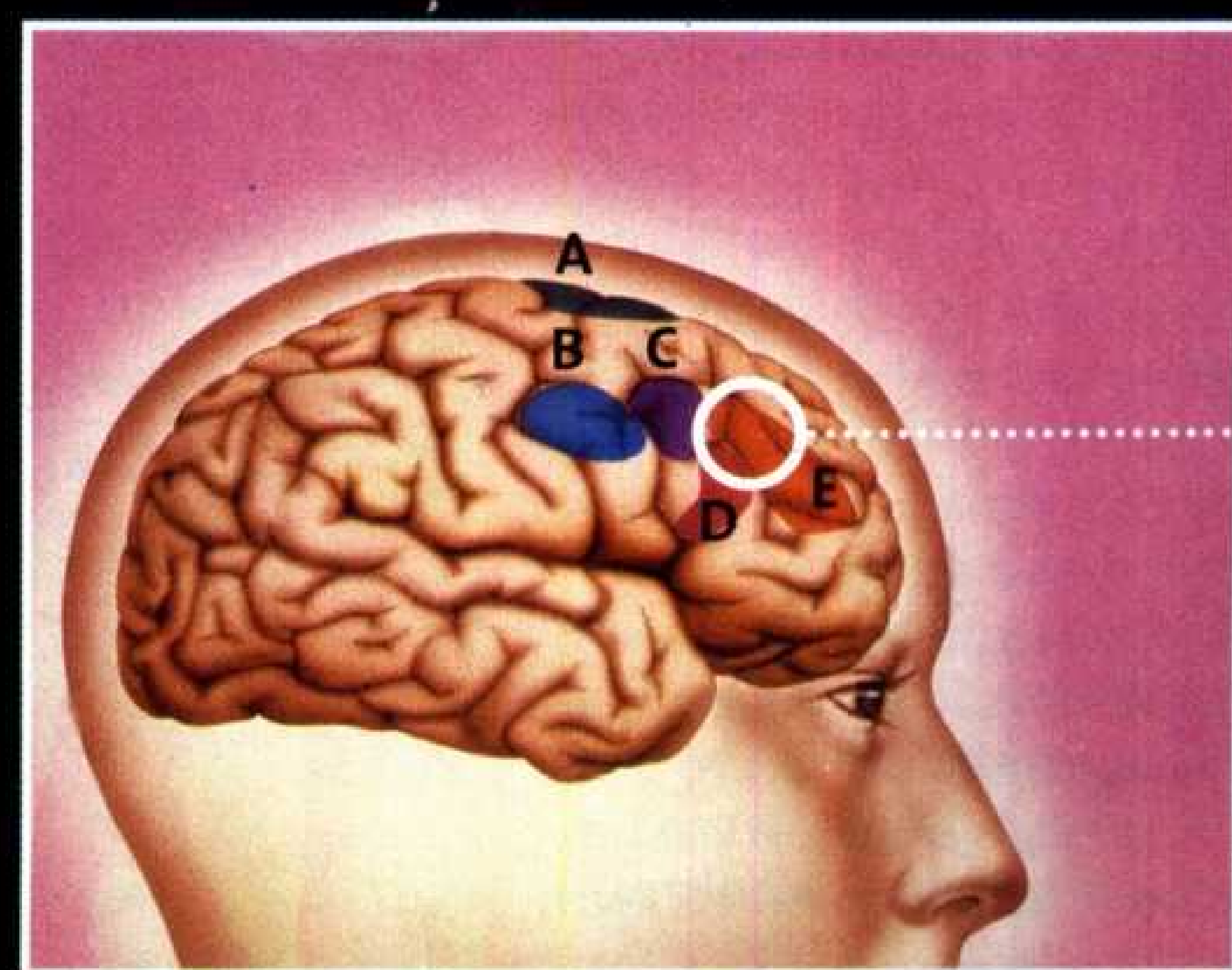






LA CENTRAL CONTROLADORA

El lóbulo frontal, dividido en diversas áreas, es la parte del cerebro que regula el movimiento. El área del movimiento suplementario (A) controla los impulsos voluntarios; la designada con la letra B decide la dirección y la fuerza del gesto. La zona C transmite la orden de moverse a los miembros. El área D controla el movimiento de los ojos y la E se encuentra también relacionada con el movimiento intencionado.



plos? Aparte de los ya citados Leonardo da Vinci, Ghandi e Iñaki Urdangarín, la lista es impresionante. Desde el emperador macedonio Alejandro Magno, al actual presidente de Estados Unidos, Bill Clinton, o Fidel Castro; científicos, artistas, músicos y literatos como Albert Einstein, Miguel Angel, Rafael, Pablo Picasso, Ludwig Van Beethoven, Bob Dylan o Lewis Carrol; personajes históricos como Juana de Arco (quizás este hecho contribuyese a su condena en la hoguera); actores y actrices del renombre de Charlie Chaplin, Harpo Marx, Robert De Niro y Marylin Monroe. Era previsible que, ante esta lista tan extraordinaria, tuviese que aumentar el interés del mundo científico por los zurdos.

Desde los años 70, los investigadores comenzaron a tratar la preferencia por la mano izquierda no como un defecto, sino como una característica del individuo. Pero las conclusiones a las que han llegado son todavía muy provisionales y aproximadas, comenzando por el número de zurdos. Las estadísticas hablan del 18% de la población mundial, pero estos datos varían según las zonas geográficas y los segmentos de edad. Los zurdos adultos son más numerosos en los países anglosajones que en los mediterráneos, donde hasta hace poco tiempo se corregía a los niños que escribían con la izquierda.

Muchas veces, una lesión cerebral daña menos a un zurdo que a un diestro

Hoy, que los zurdos ya no son condenados, su número ha aumentado considerablemente. Pero aún sigue siendo muy difícil hacer un censo fiable, dado que hay diversos grados de zurdos. Algunos lo son prácticamente al 100%, los llamados zurdos puros. Son los que utilizan la mano izquierda para escribir, se levantan con el pie izquierdo y miran por un telescopio con el ojo izquierdo. Pero también se puede ser zurdo sólo en parte. Es el caso de los jugadores que utilizan la izquierda, pero escriben con la derecha. Por ello, muchos de los que se consideran diestros pueden estar equivocados.

El encéfalo está dividido en dos hemisferios. El izquierdo controla la parte derecha del cuerpo y viceversa. Según muchos científicos, en la parte izquierda tiene su sede el lenguaje, la lógica y el pensamiento analítico. En la derecha, las habilidades espaciales y visuales, es decir, la facultad de imaginar en el interior figuras y formas, algo parecido a lo que hacen los arquitectos, que proyectan sobre un plano bidimensional objetos y edificios de tres dimensiones. Además, en el hemisferio derecho tienen su sede la capacidad de síntesis y la posibilidad de hacerse una visión de conjunto de las cosas. «Lo más habitual es que el hemisferio izquierdo, donde están las áreas del lenguaje y del reconocimiento visual, entre otras, sea el dominante», explica Exuperio Díez Tejedor, neurólogo del Hospital Universitario La Paz. «Pero hay una gran distribución de funciones, por ejemplo, la espacial se encuentra más a la derecha. El cerebro funciona como un todo», puntualiza.

No se puede pensar que el cerebro de un zurdo sea una fotocopia del de un diestro, simplemente con las funciones invertidas. «No es el espejo de un diestro», comenta el doctor Díez. «Los zurdos no tienen tan marcada la dominación hemisférica, a veces está dividida entre los dos hemisferios, a veces domina el derecho. El reparto no se opone completamente al que

Al alcance de la mano

- **¿Se vuelve loco cuando** intenta manejar las tijeras?, ¿le resulta imposible utilizar un abrelatas normal? Afortunadamente, algunos comercios españoles se han preocupado de hacerle la vida más fácil. En Madrid, **Lefty's Company** (Serrano, 162, tel. 91 411 17 60) ofrece objetos y curiosidades para zurdos, como un reloj cuyas manecillas giran al revés. **De detra a esquerra, S.L.** distribuye sus productos por todo el mundo y, en Barcelona, los vende en **Esquerrans** (San Elies, 14, tel. 93 201 93 92), su propia tienda. Por último, **ZURDOlandia**, en Zaragoza, (tel. 976 28 24 76) suministra sus artículos a establecimientos de todo tipo.



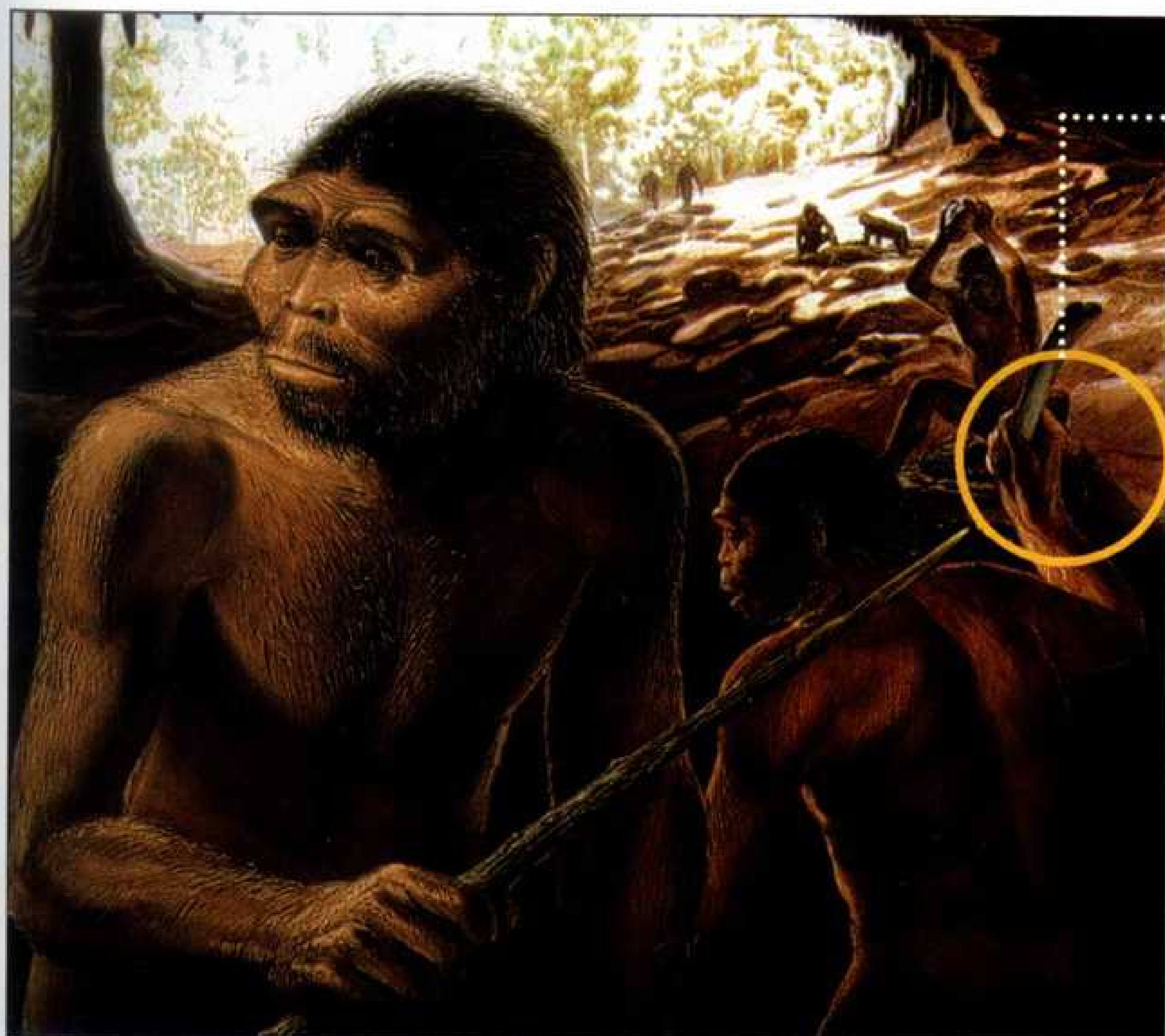




UNA JORNADA ESPECIAL
El día 13 de agosto se celebra la Jornada Mundial del Zurdo. Tiendas como Lefty's Company (en las imágenes), de Madrid, ofrecen objetos especialmente diseñados para los zurdos.

Un hábito tan antiguo como el mundo

• **Para intentar** comprender mejor a los zurdos, los científicos se dedicaron a estudiar a los homínidos de los que desciende el hombre. Estudiando restos de hace millones de años, se descubrió que el hombre utilizaba preferentemente la mano derecha para golpear la piedra de la que sacaba los utensilios. Según los estudios de Peter McNeilage, lingüista de la Universidad de Texas, la lateralización del cerebro comenzó hace 40-50 millones de años, cuando los primeros simios abandonaron el suelo para subirse a los árboles. Fue entonces cuando aprendieron a coordinar el movimiento de las manos. Según McNeilage, los homínidos usaban la mano derecha para asirse a los árboles y la izquierda para coger la comida. Esto determinó una primera especialización de los miembros. Hace cerca de ocho-diez millones de años, con los cambios climáticos y la disminución de las selvas, los homínidos volvieron al suelo. Para comer utilizaban la mano izquierda, mientras la derecha, ya libre, se dedicó a movimientos de precisión. Otras teorías sostienen que esta especialización de la mano derecha se debe a la costumbre de sostener a las crías con el brazo izquierdo. Éstas sentían el tranquilizador latido de la madre, mientras ella escuchaba su voz con la oreja derecha para poder tratarla con el hemisferio derecho, el más adecuado para acoger los aspectos emotivos y afectivos de la comunicación.





TAMBIÉN ERAN DIESTROS
Los estudios de restos prehistóricos demuestran que los homínidos utilizaban la mano derecha (controlada por el hemisferio izquierdo) para fabricar utensilios y para realizar movimientos de precisión.

se da en el cerebro de un diestro; las funciones se entremezclan». Y esto, en caso de sufrir una lesión cerebral, puede resultar una ventaja, ya que «como las funciones están más distribuidas entre los dos hemisferios, los zurdos tienen menos problemas», sostiene el neurólogo.
El lenguaje, por ejemplo, es una habilidad localizada en el hemisferio izquierdo. Hace algún tiempo se pensaba que el dominio del lenguaje influía también en las manos y que, por lo tanto, en todos los zurdos esta función estaba a la derecha. Pero, en realidad, este hecho sólo se verifica en cierto número de casos. A veces, el lenguaje es gobernado por ambos hemisferios, y, «con mucha frecuencia, la función del lenguaje en una persona zurda se localiza a la izquierda», comenta Exuperio Díez.
¿Por qué motivo los zurdos brillan en algunos deportes en los que se utiliza un sólo miembro, como en la esgrima o en el tenis? La explicación radica en la estructura de su cerebro, cuyo cuerpo calloso (el puente de fibras que une los dos hemisferios) está más desarrollado y permite una transmisión muy rápida de las informaciones de un hemisferio a otro. Una gran ventaja en competiciones donde milésimas de segundo son decisivas. De ahí que muchos campeones de la raqueta (Martina Navratilova, Mónica Seles o John McEnroe) sean zurdos. En otros deportes, como el polo, los zurdos tienen peor suerte: las reglas prohíben jugar con la mano izquierda.
A pesar de estos hallazgos, aún no se han clarificado totalmente las causas de este fenómeno. Para el doctor Díez, «la componente genética es determinante». Es el caso de la realeza inglesa. Son zurdos la reina Isabel, el príncipe Carlos e incluso el joven heredero Guillermo, como lo han sido algunos de sus antepasados, entre ellos la reina Victoria.
Además, el cerebro de los zurdos presenta algunas diferencias respecto al de los diestros. En estos últimos, el *planum*



GOBIERNOS DE IZQUIERDAS
Estados Unidos ha tenido varios presidentes zurdos: Bill Clinton (en la foto), George Bush, Gerald Ford y Harry Truman, entre otros.

continúa en pág. 78 →

Historia, Ciencia, arte, deporte...

• **Los zurdos** son más numerosos de lo que se puede pensar entre los personajes históricos, actores, deportistas, científicos y artistas. Estos son algunas de estas personalidades:



• **Jefes de Estado y políticos:** Alejandro Magno, Julio César, el emperador Tiberio, Napoleón, Victoria de Inglaterra, Mahatma Ghandi, George Bush, Bill Clinton y Fidel Castro.

• **Científicos e inventores:** Albert Einstein, Benjamin Franklin, Bill Gates e Isaac Newton.

• **Deportistas:** Martina Navratilova, Mónica Seles, John McEnroe, Guillermo Vilas, Ayrton Senna, Diego Maradona, Iñaki Urdangarín y Michel Platini.



... y cine

• **Músicos y compositores:** Ludwig Van Beethoven, Robert Schumann, Maurice Ravel, Niccolò Paganini.

• **Cantantes:** Bob Dylan, Jimi Hendrix, Bob Geldof, Sting, Phil Collins y dos de los Beatles, Ringo Starr y Paul McCartney.

• **Actores:** Greta Garbo, Peter Ustinov, Tom Cruise, Judy Garland, Shirley McLaine, Robert De Niro, Peter Fonda, Goldie Hawn, Steve McQueen, Diane Keaton, Nicole Kidman, Kim Novak, Robert Redford, Keanu Reeves, Julia Roberts, Marlyn Monroe y Charlie Chaplin (en las imágenes).

temporal (una parte del encéfalo situada en la encrucijada entre los lóbulos temporal, parietal y frontal) es más grande en la izquierda. Esta asimetría podría explicar la preferencia manual.

Otras teorías mas fantásticas no se han confirmado. Una de ellas señala que los altos niveles de testosterona (la hormona sexual masculina) son responsables del predominio de la mano izquierda. Pero en apoyo de esta teoría sólo se aduce el hecho de la superioridad numérica de los zurdos varones sobre las mujeres.

Por último, también se pensó que un trauma cerebral que afectase al hemisferio izquierdo del feto o del recién nacido, podría determinar el paso de las funciones al hemisferio no dañado. Pero esta hipótesis tampoco está comprobada.

En definitiva, los zurdos siguen sumidos en su misterio. Por ejemplo, no se sabe por qué están más expuestos a trastornos del sistema inmunológico o a enfermedades respiratorias y alérgicas. O por qué motivo las mujeres zurdas tienen tendencia a la depresión. Lo cierto es que los zurdos suelen tener peor suerte que los diestros. ¿El motivo?, los diestros construyeron el mundo a su medida. Tenedores, sacacorchos, violines, tijeras y asientos de dentista: todo está pensado para los que utilizan la mano derecha. «Sin embargo, la situación ha mejorado», comenta Elicia Ríos, propietaria de la tienda Esquerrans. Tiendas y comercios como el suyo se preocupan, cada vez más, de la comodidad de las personas zurdas. En muchas ocasiones, el reto no es crear objetos exclusivos para los zurdos, sino diseñar utensilios que se adapten indistintamente a todas las personas. ¿Un ejemplo?, el ratón de ordenador adaptable a ambas manos. La idea la tuvo la compañía Microsoft. Quizá porque también Bill Gates, su fundador, es zurdo.

Obligar a un niño zurdo a usar la derecha puede causarle serios trastornos

La educación infantil es una buena muestra de este cambio. «En los colegios ya se están preocupando de ayudar a los niños zurdos, no de castigarlos», señala Elicia Ríos. Algo muy importante, ya que forzar a un niño a utilizar la mano contraria puede acarrearle graves problemas. Según el psicólogo gaditano Antonio Oliver Pece, estos obstáculos se pueden traducir «en dislexia, unos resultados académicos peores y, como consecuencia, menor motivación y autoestima».

Afortunadamente, ya están lejos las épocas en que casi era obligatorio ocultar el hecho de ser zurdo. Casos de discriminación, como el de la profesora de Majadahonda que saltó a las páginas de los periódicos porque advertía a sus alumnos zurdos que «el diablo está a la izquierda», son ya excepcionales. Y es que, como afirma el doctor Exuperio Díez, «ser zurdo no es una anomalía. Es constitucional: se nace así».

LIBROS

Biane Paul
Vivir siendo zurdo
Tikal

Margarite Auzias
Niños diestros, niños zurdos
Visor

INTERNET

http://www.emf.net/~estephen/facts/lefthand.html
http://www.indiana.edu/~primate/index.html
http://www.certificate.net/lefty/

A NUESTRO ALREDEDOR, se produce toda una serie de fenómenos físicos y químicos. *Newton* quiere explicar, con ayuda de la ciencia, los porqués de la vida cotidiana, proponiendo, además, experimentos sencillos.

La rotación que mueve la Tierra

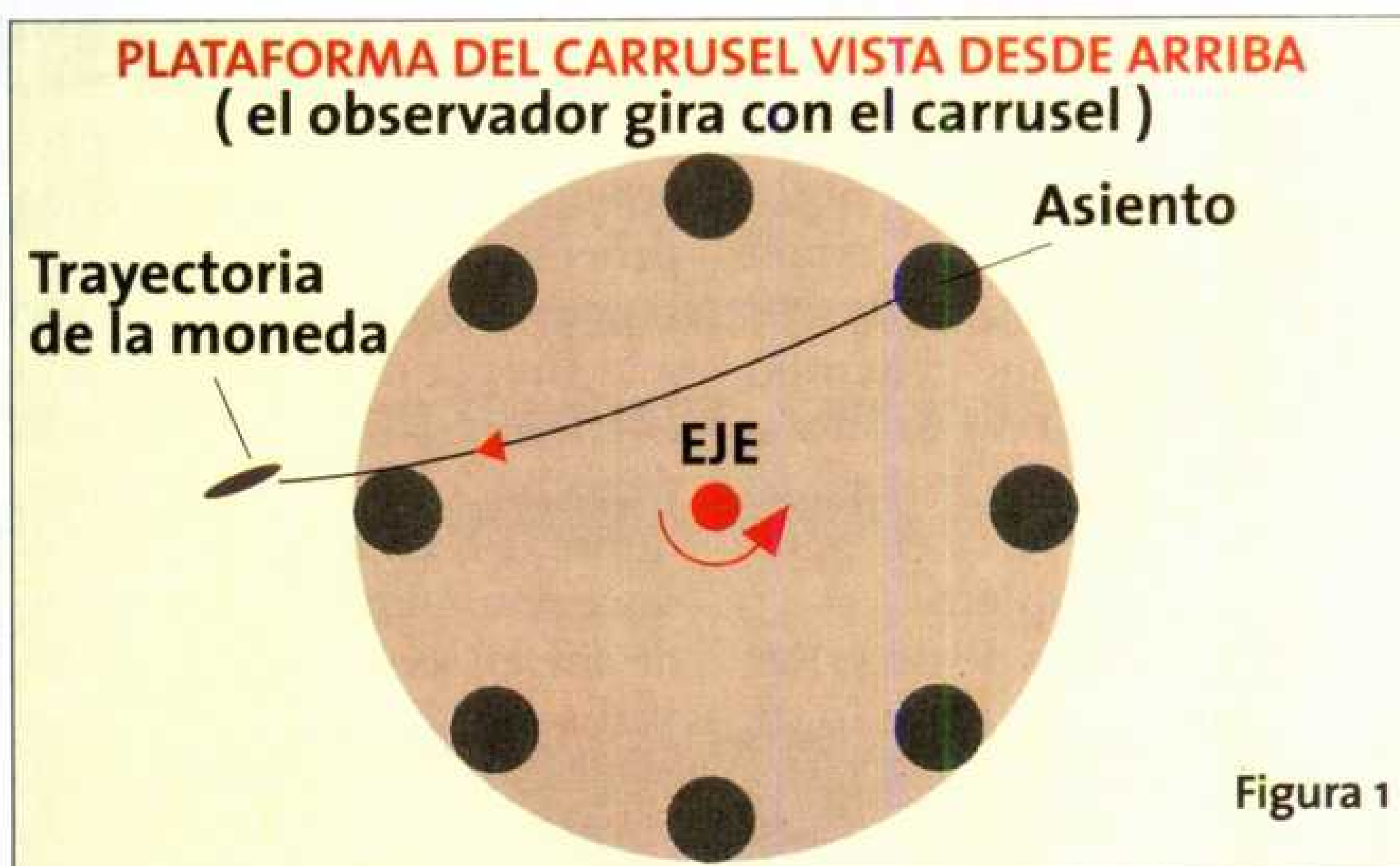
▶ No hay duda de que la Tierra gira. Pero, ¿cómo probarlo? Galileo no lo logró. Fue Foucault quien lo puso de manifiesto, dos siglos después, con su experimento del péndulo en el Panteón de París

Que la Tierra gira alrededor del Sol y no al revés es un hecho que todos damos por descontado pero, cuatro siglos atrás, sostener esta idea podía conllevar una condena por herejía. Esto fue precisamente lo que le ocurrió a Galileo que, sin embargo, y a diferencia de otros herejes, tuvo la suerte de librarse con una simple abjuración y gracias a sus buenas relaciones con el Papa Urbano VIII.
El científico demostró de muchas formas que los argumentos de los filósofos aristotélicos sobre la inmovilidad de la Tierra estaban equivocados, pero no logró nunca encontrar una prueba que demostrara que nuestro planeta giraba. Probó con las mareas, que quiso atribuir a la aceleración del globo terráqueo en su movimiento combinado de rotación y revolución alrededor del Sol, en lugar de decantarse por el mecanismo mucho más evidente de la atracción gravitacional que ejerce la Luna.
Lo intentó, también, con los vientos estables, los alisios, atribuidos a la circunstancia de que la atmósfera, en tanto que materia gaseosa, no seguía el paso del movimiento rotatorio del globo terrestre. Pero también en este caso se equivocó pues, aunque es cierto que el movimiento de la Tierra desempeña un papel clave en el comportamiento de los vientos alisios, la razón es muy distinta de la formulada por Galileo. De hecho, la atmósfera, que surgió de la liberación del gas que se produjo en el cuerpo sólido que rodea cuando éste alcanzó temperaturas muy elevadas, rota solidariamente con él por una ley física fundamental de conservación. ¿Cuáles son entonces las pruebas experimentales que demuestran la rotación de la Tierra? Existen muchas y muy diversas, y van desde los fenómenos que podemos observar todos los días hasta experimentos concebidos para su demostración.
En la mayoría de casos, lo que se observa son los efectos derivados de la llamada fuerza de Coriolis (ingeniero y físico francés, Gustave-Gaspard de Coriolis fue el primero en analizar el fenómeno desde un punto de vista matemático en 1835), que actúa sobre todos los cuerpos en movimiento en un sistema en rotación, desviándolos de su trayectoria (la fuerza de Coriolis se suma así a la fuerza centrífuga que también actúa sobre los cuerpos inmóviles).
Supongamos que un carrusel gira a una velocidad constante en el sentido opuesto a las agujas del reloj y que, sobre uno de sus asientos laterales, está sentada una persona que lanza una moneda en dirección del eje central de rotación. Pues bien, se puede afirmar que la moneda no llegará al centro porque la fuerza de Coriolis desviará su trayectoria, impulsándola hacia la derecha (figura 1). Si la persona tratase de caminar desde su asiento hasta el centro de la plataforma giratoria, el efecto combinado de la fuerza de Coriolis y del contrapunto que ejercen los pies sobre el suelo, tendería a hacerle caer.

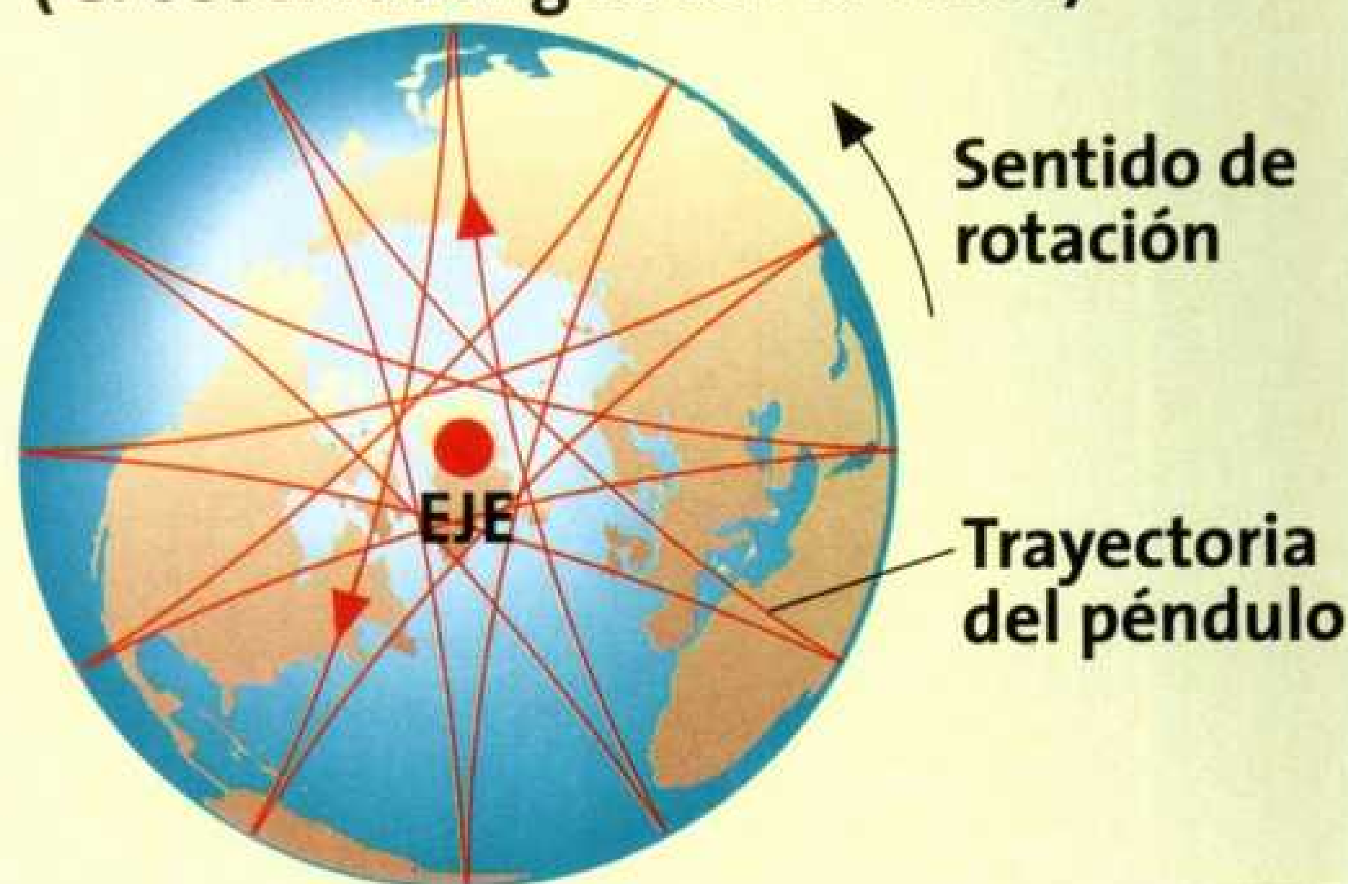
La Tierra es como un enorme carrusel: la rotación desvía cada una de sus trayectorias

Sobre la Tierra se producen los mismos efectos, aunque no de forma tan evidente. Imaginemos que nos encontramos en el Polo Norte y hacemos oscilar un péndulo a lo largo de un meridiano, sin apenas rozarlo, de forma que la oscilación se prolongue en el tiempo. Observaremos que

continúa en pág. 82 →



UNA FUERZA DE CARRUSEL EN MOVIMIENTO Un ejemplo de la fuerza de Coriolis, que actúa sobre los cuerpos en movimiento dentro de un sistema de rotación desviando su trayectoria: si alguien en un carrusel lanza una moneda hacia el eje central, su trayectoria se desviará en forma de arco hacia el extremo.



EL LARGO VIAJE DEL PÉNDULO DE FOUCAULT La prueba reina de la rotación de la Tierra es la trayectoria de un péndulo en movimiento respecto al eje de la Tierra (sobre estas líneas). Fue el físico francés Léon Foucault quien llevó a cabo el experimento en 1851 bajo la cúpula del Panteón de París.

Páginas 80 y 81 con publicidad

EN EL HEMISFERIO NORTE, por la fuerza de Coriolis, las corrientes se desplazan hacia occidente. En cotas altas, hay un retorno de aire en sentido inverso, por lo que los aviones tardan menos de Nueva York a Madrid que al revés.

el péndulo recorre trayectorias curvas parecidas a las de la moneda del ejemplo anterior, desviándose hacia la derecha respecto al eje de la Tierra. En la oscilación de vuelta, no seguirá el eje de la parte opuesta, sino que describirá una línea que al final se cerrará sobre sí misma (figura 2). No hace falta decir que el tiempo que tarda en completar su trayectoria es de 24 horas, lo mismo que la Tierra en realizar un giro completo.
Lo que acabamos de describir no es más que el péndulo de Foucault (que realizó su experimento en el Panteón de París, en 1851), prueba por antonomasia de la rotación de la Tierra. Por razones difíciles de explicar, cuanto más nos alejamos del polo más aumenta el periodo de rotación del plano del péndulo: en Roma, por ejemplo, es de 36 horas.

▶ Espirales de viento

No es aconsejable que se trate de reproducir la prueba del péndulo de Foucault. Para que funcione, hace falta que se cumplan muchos requisitos, empezando por la longitud del hilo, que debe medir varias decenas de metros para que el movimiento sea lento y el roce del aire mínimo. Si, por razones de espacio, esto no es posible, cabe recurrir a medios que restituyan al péndulo la energía perdida en dicho rozamiento. Por ejemplo, mediante impulsos electromagnéticos sincronizados con el movimiento, capaces de imprimir al péndulo un empuje a su paso por la vertical.
Las demostraciones *espontáneas* de la fuerza de Coriolis y, por tanto, de la rotación de la Tierra, son los tifones y trombas de aire, donde el movimiento del viento hacia el centro de presión baja reviste la forma de espiral. El efecto análogo del agua precipitándose por el sumidero del fregadero, de ciertas corrientes oceánicas o de los vientos alisios antes mencionados. En este último caso, se produce el mecanismo siguiente: a nivel del suelo siempre sopla un viento frío procedente del trópico y otro cálido procedente del ecuador.
En el hemisferio Norte, y debido a la fuerza de Coriolis, esta corriente se desplaza hacia la derecha, es decir, hacia occidente. En cotas altas, se produce naturalmente un retorno de aire en sentido inverso (contraliseo). Este flujo de aire puede, en esas circunstancias, concentrarse en una sutil y rápida corriente, llamada corriente de chorro (*jet stream*).
Este fenómeno es lo que explica que los aviones tarden menos tiempo en recorrer la ruta entre Nueva York y Madrid que la del sentido contrario. Una prueba *espontánea* en la que no actúa la fuerza de Coriolis es el movimiento del cielo estrellado en torno a la estrella polar. Si se coloca una cámara fotográfica hacia esta última con el objetivo abierto, transcurrido algún tiempo pueden visualizarse varios arcos concéntricos, como muestra la figura 3.
De hecho, el propio Galileo, en sus largas horas de observación nocturna, detectó este comportamiento, pero sus detractores aristotélicos siguieron afirmando que una Tierra inmóvil y un conjunto de astros girando a su alrededor producían el mismo efecto. El astrónomo y matemático les respondió que entonces no habría problema en afirmar que, cuando miramos a nuestro alrededor desde la cúpula de una catedral, no somos nosotros quienes giramos la cabeza, sino que es el paisaje el que gira a nuestro alrededor.

La fuerza de Coriolis desvía las corrientes que proceden del Norte, formándose los alisios



PANORÁMICA DEL VALS DE LAS ESTRELLAS Un efecto secundario de la rotación terrestre: si se fotografía un cielo estrellado, con el objetivo apuntando a la estrella polar, se puede obtener la imagen de los astros dispuestos en arcos concéntricos alrededor del punto focal.

▶ Un experimento

Pero volvamos al chorro de agua del fregadero, la demostración más factible y sencilla de la rotación, aunque para ello deba ejecutarse correctamente. En el hemisferio norte, al igual que en las trombas de aire, el movimiento debería producirse en sentido opuesto a las agujas del reloj. Pero también pueden producirse variaciones, puesto que entran en juego diversos factores. Por ejemplo, tiene un papel decisivo la forma del fregadero, que debe poseer una simetría circular apropiada alrededor de la zona de descarga.
También hay que tener en cuenta los movimientos superiores del aire, los preexistentes, como los que se activan al llenar el fregadero, el que se imprime al quitar el tapón, así como los inducidos por la vibración de la sala. Si se toman todas las precauciones, el efecto previsto no debería tardar en producirse. El experimento puede también realizarse con un embudo grande bien sujeto, utilizando un dedo a modo de tapón.

Cuando la célula se suicida

La apoptosis, proceso activo de muerte celular, es la base de todo ciclo vital desde el desarrollo del embrión. Actualmente, se ha descubierto que interviene también en la obra destructiva de enfermedades como el SIDA y los tumores. Las investigaciones sobre este fenómeno se multiplican para proporcionar nuevas armas a la Medicina

POR MAURO PIACENTINI*

Las hojas que caen en otoño, la formación de los dedos de la mano en el embrión, la reducción de la cola del renacuajo durante su metamorfosis en rana, la descamación de la piel después de haber tomado el sol, la destrucción del sistema inmunitario en el SIDA... todos estos fenómenos tienen en común que están generados por un proceso

continúa en pág. 84 →







MUCHAS CARAS DE UN MISMO FENÓMENO
La apoptosis es responsable de numerosos procesos biológicos. Por ejemplo, permite el desarrollo de los dedos en el embrión (arriba), eliminando la piel entre dedo y dedo; hace caer la cola del renacuajo durante su transformación en rana (arriba a la derecha); arranca las hojas marchitas de los árboles (abajo a la derecha). Pero, también, destruye las células del sistema inmunitario atacadas por el virus del SIDA.

idéntico: el suicidio de la célula. El suicidio celular, llamado apoptosis, ya se conocía a finales del siglo XIX, pero durante décadas no ha representado más que una simple curiosidad científica. Afortunadamente los tiempos han cambiado, y desde hace 15 años se ha llegado a la conclusión de que dicho proceso reviste una importancia fundamental no

Si no fuera por la apoptosis, los órganos crecerían sin límite

sólo en el crecimiento del embrión, sino también en el desarrollo de una larga serie de enfermedades como el SIDA, tumores, infartos, tuberculosis, hepatitis, esclerosis múltiple, Alzheimer y Párkinson. Por lo tanto, la comprensión del funcionamiento de la apoptosis hasta en sus más mínimos detalles, podrá ofrecer una gran ayuda en la lucha contra este tipo de patologías.

Las investigaciones sobre el suicidio de las células comenzaron en 1972, cuando el patólogo australiano John Kerr y los ingleses Andrew Wyllie y John Currie llegaron a la conclusión de que en este fenómeno se basaban distintos procesos biológicos y diversas enfermedades. La apoptosis es un procedimiento activo de muerte celular, muy diferente del que se produce en la muerte accidental o necrosis de una célula a causa, por ejemplo, de una quemadura o de un envenenamiento. Se ha confirmado que cada célula posee un programa de muerte genéticamente determinado.

▶ Cuenta al revés

Al cabo de pocas horas, este programa la lleva a autoeliminarse sin causar daños a los tejidos circundantes, desarrollando funciones esenciales, bien en el desarrollo embrionario, bien en el individuo adulto.

Durante el embarazo, a través de la apoptosis se eliminan algunos tejidos del embrión que se forman como recuerdo evolutivo. ¿Un ejemplo? Las células presentes entre los dedos, dado que el niño se desarrolla inicialmente con los dedos unidos. Lo mismo sucede en la formación de los sistemas inmunitario (el que defiende al organismo de agresiones externas) y nervioso: el embrión produce un número excesivo de células y las que no cumplen los requisitos adecuados se autodestruyen, tras un riguroso proceso de selección.

Un suicidio o un

El dibujo esquematiza los procesos de apoptosis y necrosis. En el primer caso se trata de un *suicidio* de la célula, programado a cada paso. Sin embargo, la necrosis es una muerte accidental, debida a quemaduras o envenenamientos, haciendo *estallar* el contenido de la célula.

Apoptosis



Necrosis

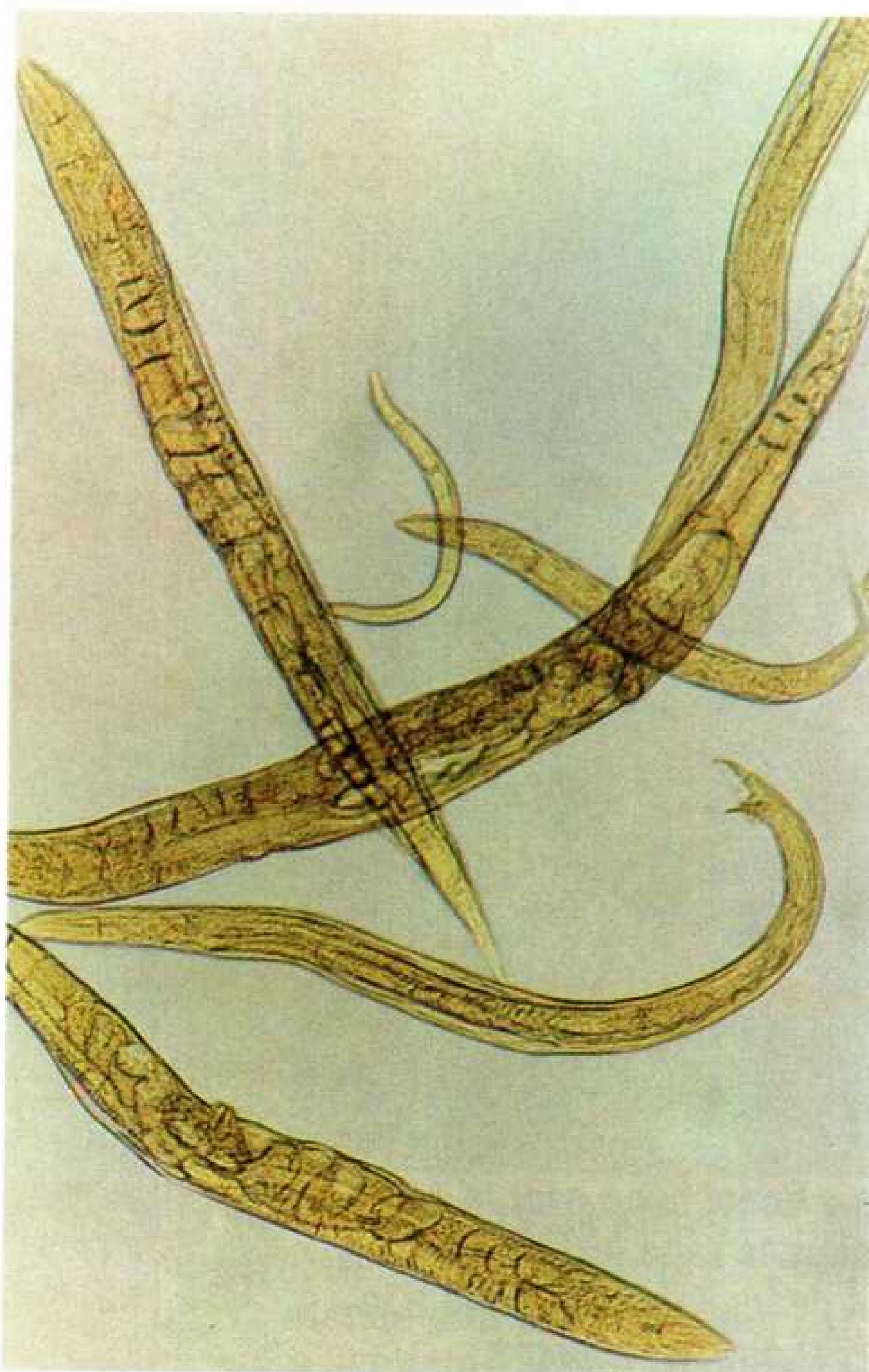
¡Qué curioso!

El laboratorio para estudiar este proceso es un gusano

• **El laboratorio** que ha permitido descubrir muchos genes, presentes también en el ser humano, que inducen al suicidio celular es un pequeño gusano. El nematodo *Caenorhabtidis elegans* (en la foto) genera durante su ciclo vital 1.090 células, de las que 131 mueren por apoptosis a lo largo del desarrollo embrionario. Analizándolo, se han logrado aislar tanto los genes que hacen entrar una célula en el programa mortal como los genes de la supervivencia, es decir, los que la protegen.

Para que la célula cumpla el programa de autodestrucción es necesario que reciba una orden que bloquee la acción de los genes de la supervivencia. Esta orden la transmiten otros genes, conocidos como *ejecutores* o *killer*.

Finalmente, existe un grupo de genes *ejecutores* no esenciales para la muerte de la célula, pero que resultan fundamentales para que ésta qno dañe a los tejidos que la rodean cuando se destruye.

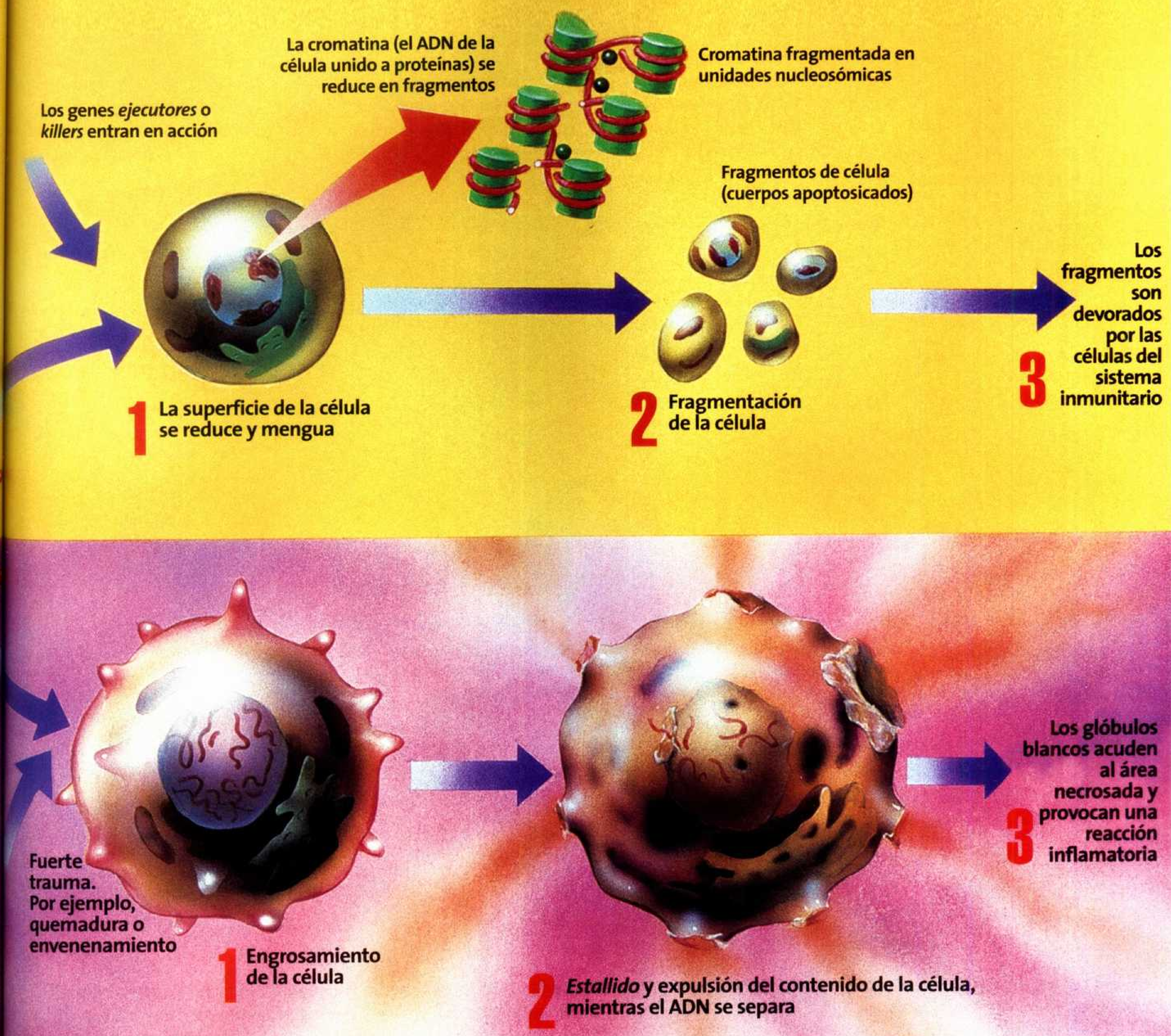


Sin embargo, en el adulto la muerte celular resulta esencial para mantener constante el número de células en los distintos tejidos, además de destituir células *dañadas* o infectadas. De hecho, en un ser humano cada día se destruyen de 50 a 100 gramos de células. Sin este control (debido a la apoptosis), una persona de 60 años tendría un intestino con una longitud de varios kilómetros.

Pero el aspecto más importante de este fenómeno es la demostración de que en el origen de las enfermedades más graves de nuestra época, se encuentra implicada la disfunción o la activación incontrolada del programa de muerte celular. Por ejemplo, en el SIDA la activación incontrolada del programa de muerte celular es la responsable de la desaparición progresiva de los linfocitos T-CD4, es decir, las células inmunitarias destinadas a obstaculizar la agresión del virus. En el caso del cáncer ocurre justo lo contrario, las células tumorales adquieren una particular resistencia a la apoptosis, lo que las hace casi inmunes, como desgraciadamente sabemos, tanto al ataque del sistema inmunitario del organismo

continúa en pág. 86 →

accidente, las dos formas en que la célula muere



como a los fármacos utilizados en quimioterapia.

Se reduce el volumen

Las células que se suicidan a causa de la apoptosis presentan características comunes. Las transformaciones más evidentes consisten en la reducción del volumen celular (hasta dos tercios del inicial), precedida de la formación de numerosas protuberancias. Más tarde, el núcleo se condensa y la célula se transforma en esférica, distinguiéndose claramente de las que se encuentran a su alrededor.
Si la célula sufre un daño demasiado grande –a menudo no es capaz de activar su programa de autodestrucción y muere de forma descontrolada, por necrosis– aumenta rápidamente de volumen hasta estallar, soltando su contenido al exterior. Si la necrosis afecta ampliamente al tejido, se verifican fenómenos inflamatorios o verdaderas enfermedades autoinmunes.

Nuevas armas contra el SIDA

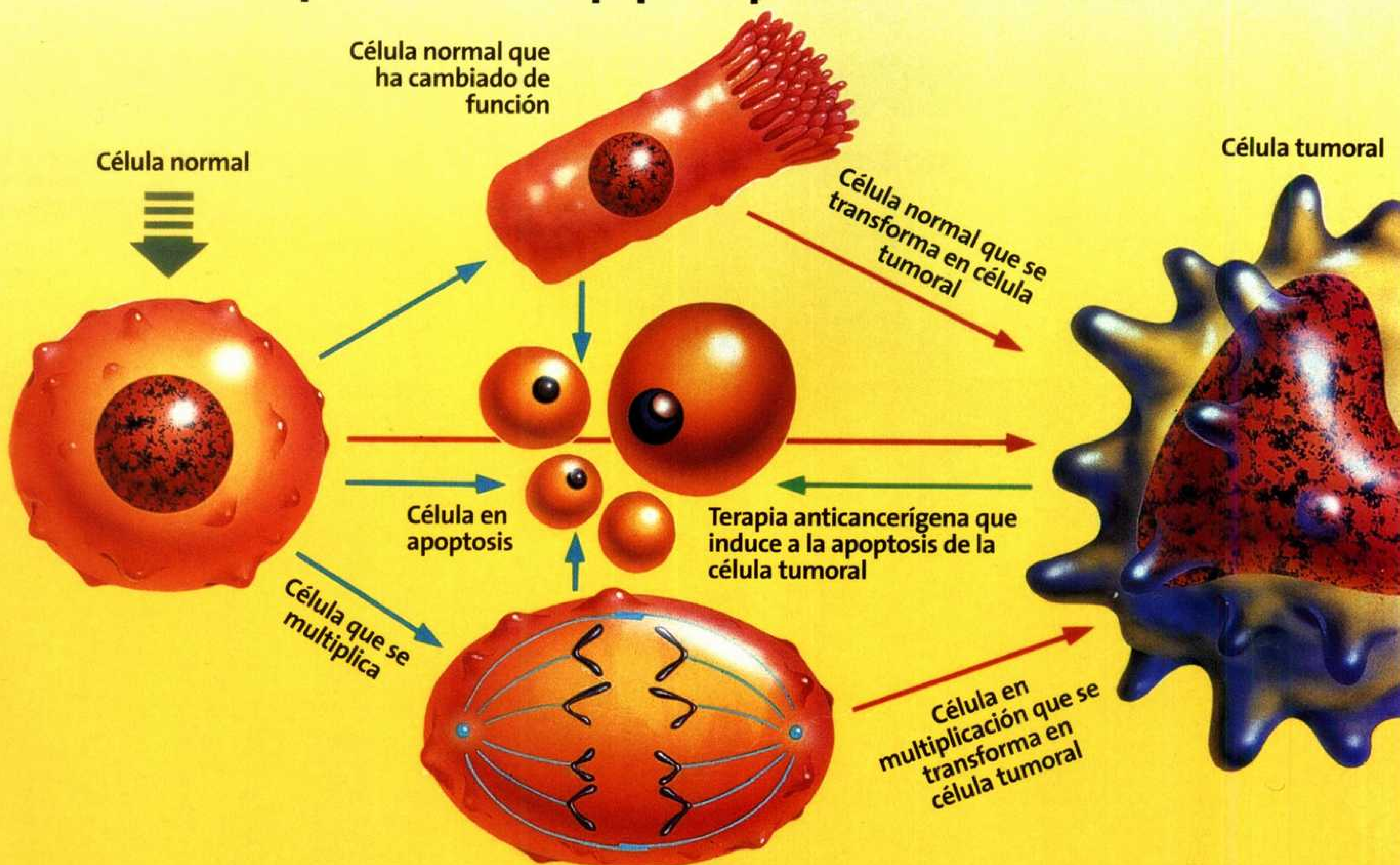
¿Es posible controlar el mecanismo de la apoptosis a través de fármacos y utilizarlo en provecho del organismo? Sobre este tema ya se han iniciado algunos experimentos. Las aplicaciones clínicas posibles son amplísimas, ya que este fenómeno se halla presente en gran número de enfermedades. En el caso del SIDA, el virus VIH utiliza la apoptosis para destruir los linfocitos T-CD4 o bien, en las últimas fases de la infección, otro tipo de linfocitos T, los CD8. La acción del virus es tan potente que logra inducir al suicidio a las células no infectadas, a través de estímulos anormales (proteínas particulares liberadas en sangre) emitidos por las infectadas, provocando un verdadero suicidio en masa.
La comprensión exhaustiva de este fenómeno contribuirá, con toda seguridad, a desarrollar nuevas estrategias terapéuticas. Por lo pronto ya se están realizando diversas investigaciones basadas en este nuevo modo de afrontar y luchar contra la infección del virus VIH.

El virus del SIDA logra inducir al suicidio a las células sanas

La apoptosis parece jugar también un importante papel en el desarrollo de las llamadas enfermedades autoinmunes: esclerosis múltiple, lupus eri-

continúa en pág. 88 →

Así puede servir la apoptosis para combatir tumores



UNA CÉLULA DEMASIADO RESISTENTE PUEDE CONVERTIRSE EN TUMORAL. Una célula normal puede cambiar de función, multiplicarse o ir directamente hacia la apoptosis. Pero también puede degenerar en una célula tumoral, que resulta muy resistente a la apoptosis. Para destruir las células tumorales, algunos fármacos anticancerígenos actúan tratando de inducir en ellas la apoptosis.

tematoso, artritis reumatoide y patologías renales, como la glomerulonefritis. También se ha demostrado que la diabetes insulinodependiente tiene un componente autoinmune.

▶ La autoagresión

Nuestro sistema inmunitario ha aprendido a reconocer y tolerar las células que normalmente forman parte de nuestro organismo, activándose contra los agresores externos, como bacterias y virus, porque no los reconoce como suyos. Sin embargo, en el caso de las enfermedades autoinmunes, el sistema inmunitario identifica, por error, como extrañas algunas células del propio organismo, y las agrede. La apoptosis entra en funcionamiento porque uno de los genes que controlan la muerte celular está implicado en el proceso de autoagresión. De hecho, un desequilibrio del programa de muerte celular puede provocar las enfermedades autoinmunes.

La apoptosis también está implicada en la aparición de tumores. De hecho, la mayor parte de los tumores malignos viene ligada a una mayor resistencia de las células a la apoptosis. El cúmulo de células cancerosas *incapaces de morir* juega un papel esencial en el crecimiento de la masa tumoral. Ya que los fármacos antitumorales disponibles actúan de forma que inducen a la apoptosis en el tejido canceroso, se comprende por qué la respuesta del organismo a la terapia está condicionada por la resistencia del tumor a la orden de suicidarse. Las últimas investigaciones se dirigen a inducir al suicidio sólo a las células cancerosas sin que sea dañado el tejido sano. Sin embargo, las actuales terapias con fármacos tradicionales o radiaciones no hacen esta distinción y terminan dañando órganos y tejidos.

Otro descubrimiento importante en esta larga lucha contra el cáncer radica en la presencia, en más de la mitad de los tumores, de un defecto en un gen, el p53, que se encarga de inducir a las células al suicidio. En un futuro se piensa utilizar una terapia génica para sustituir el gen p53 defectuoso por uno sano, logrando, de esta forma, la muerte de las células tumorales mediante la apoptosis.

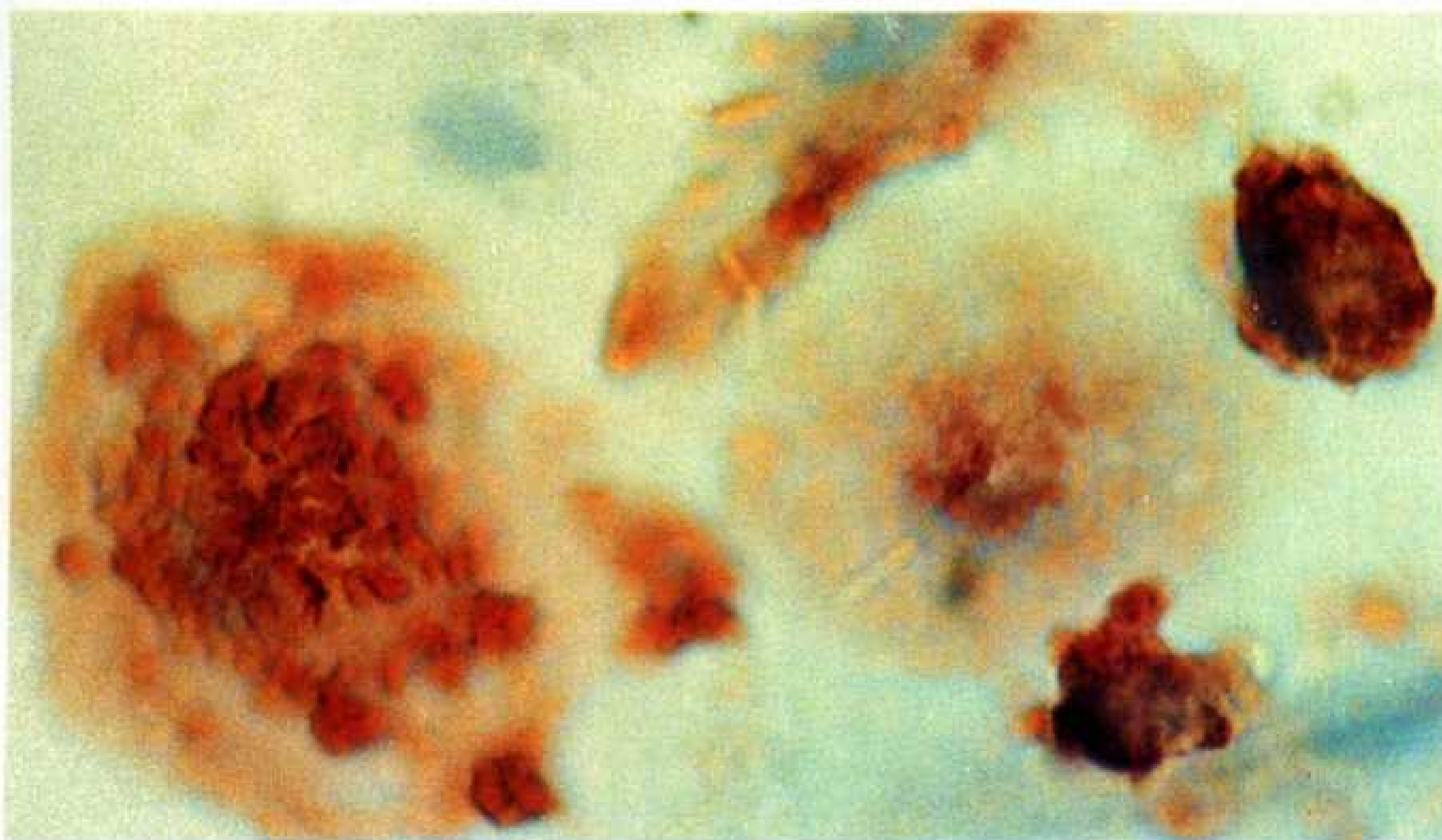
Para confirmar la importancia que la apoptosis está asumiendo en la investigación internacional, basta un dato: de los aproximadamente 50 artículos y comentarios científicos que se publicaron en todo el mundo durante 1990, se pasó a más de 7.000 en 1996.



CÉLULA KAMIKAZE PARA PERMITIR EL DESARROLLO DE LA VIDA
Ejemplos de apoptosis programada. Gracias a este fenómeno, al formarse la mano en el feto, las células entre los dedos desaparecen; el renacuajo pierde la cola al metamorfearse en rana.







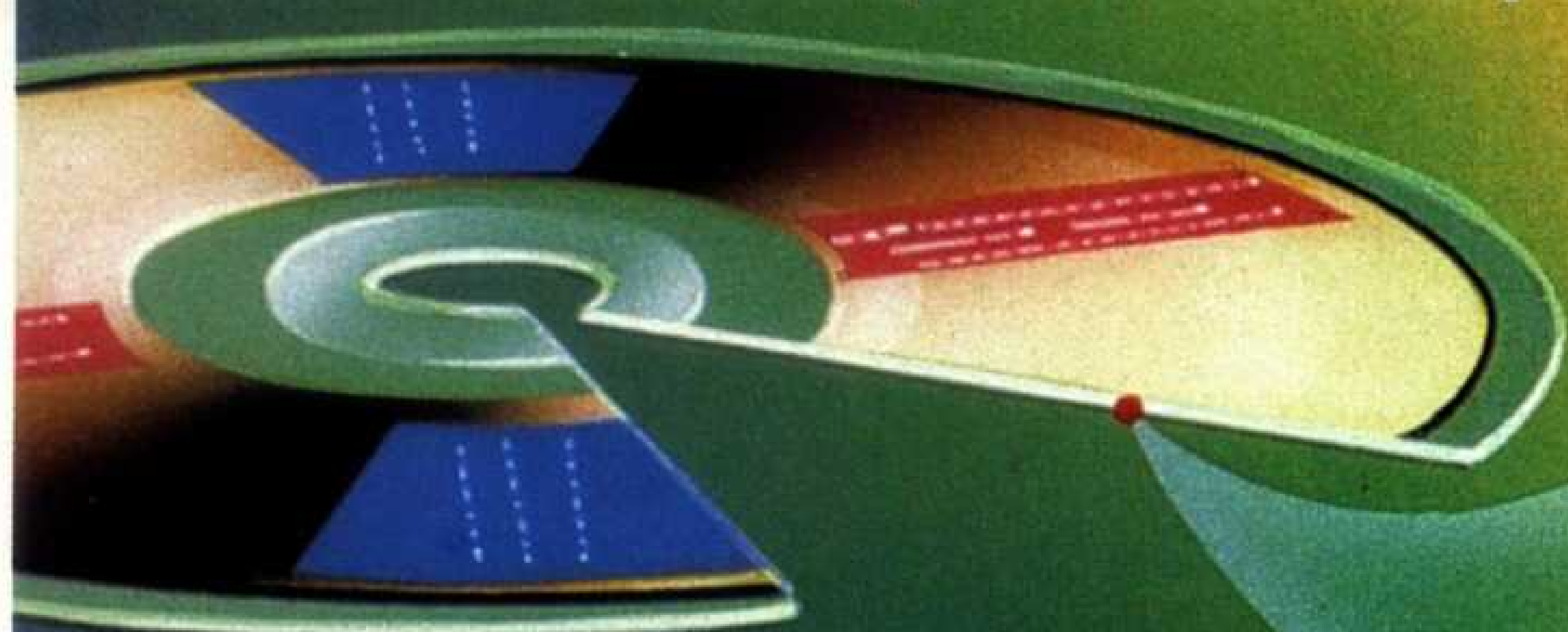
LAS FASES DE LA ELIMINACIÓN
Arriba a la izquierda: foto al microscopio óptico de una célula que está procediendo activamente a la apoptosis y presenta la típica forma vesicular. A la derecha, lo que queda de una célula que se ha suicidado y que va a ser fagocitada y destruida por una célula cercana. Al lado, una célula humana, procediendo a la apoptosis, tras la infección del virus del SIDA.

* ***Mauro Piacentini*** *es profesor de Biología del Desarrollo en la Universidad Tor Vergata de Roma*

LOS PRIMEROS DISCOS DE 70 REVOLUCIONES comenzaron a venderse en 1910. Eran de breve duración, muy frágiles y aptos para escuchar en los gramófonos. En 1948 llegaron los *Long-Play* (elepés), que contenían entre 20 y 25 minutos de música en cada cara y esta-

El disco compacto

El CD es como una pequeña obra de arte de aspecto futurista que estudiado interiormente, a nivel microscópico, sorprende por su precisión



El CD es un disco de 12 centímetros de diámetro y de 1,2 milímetros de espesor que mirándolo oblicuamente refleja los colores del arco iris, al comportarse como un prisma y disociar la luz blanca en sus componentes de color. Bajo el estrato protector cuenta con otro metálico grabado por un rayo láser y recubierto por finísimas capas de aluminio reflectante que facilitan la lectura por el láser del aparato de reproducción.

En el estrato grabado se encuentran cerca de un millardo (1.000 millones) de cavidades llamadas Pit. Su superficie es de cerca de 100 centímetros cuadrados y por cada uno de ellos se graban cerca de 10 millones de Pit. Una elevadísima densidad de informaciones que rondan los 10 millardos y se distribuyen por una superficie de cerca de 2.000 centímetros cuadrados.

La longitud de cada Pit es de 0.5 micras y la profundidad, de 0.1. El espacio comprendido entre los Pit varía entre 0.9 y 3.2 micras. Las hileras de Pit, de forma circular, se denominan pistas y se suceden con un intervalo de 1.6 micras.

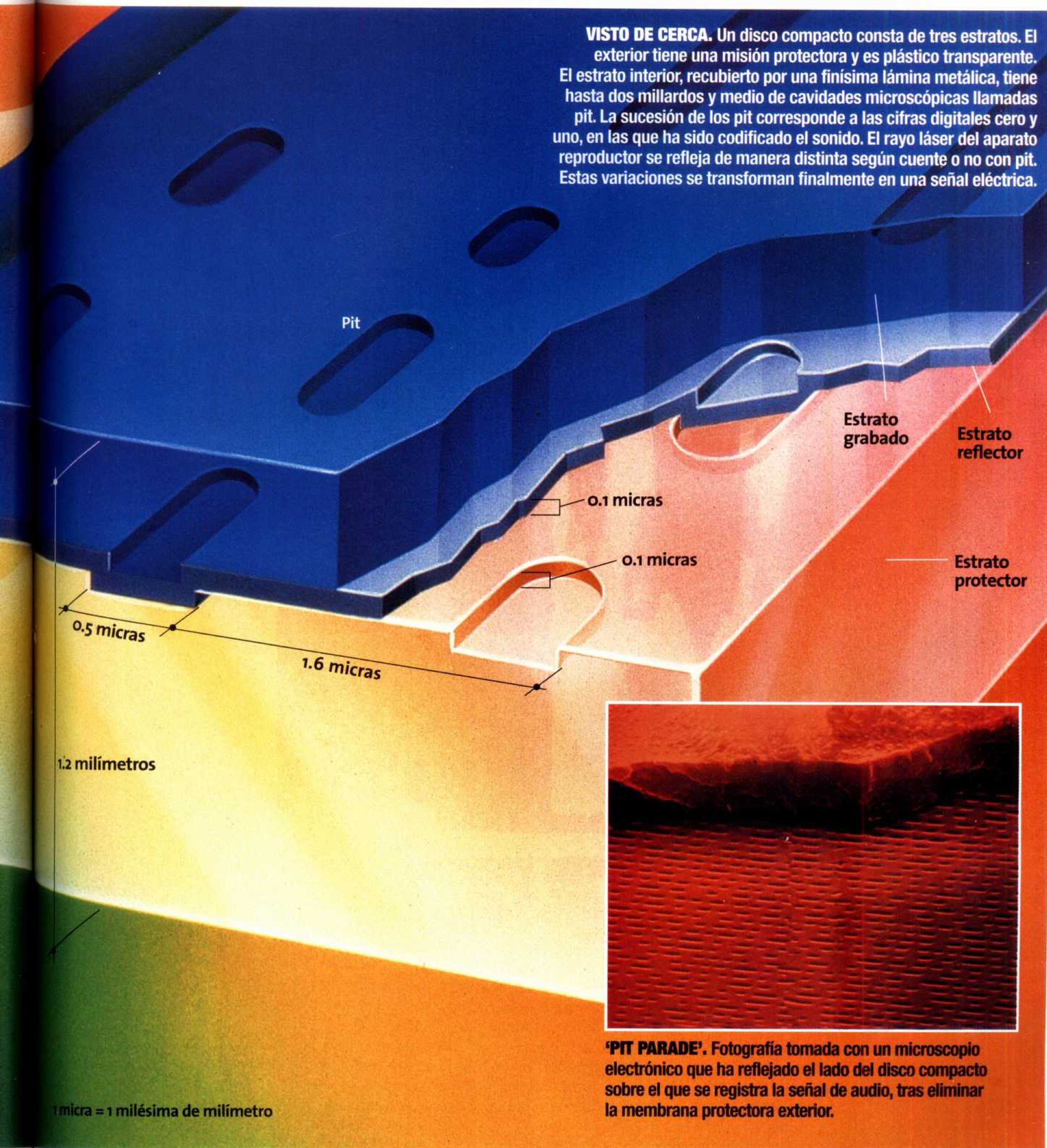
Si el intervalo entre los microsurcos de un elepé es de 70-80 micras, las pistas del CD se encuentran unas 40 ó 50 veces más apretadas. En los CD cuya duración es superior a una hora, el número de los Pit supera los dos millardos y medio. La relación entre el disco de 12 centímetros y un Pit de 0.5 micras es fácil de comprender: si los Pit fueran monedas de 100 pesetas y los uniéramos para construir un enorme CD, éste alcanzaría un diámetro de 4.8 kilómetros. Para grabar la música sobre el CD, la señal de audio se muestrea a una frecuencia de 44 KHz. Esto significa que la onda de la señal se divide en 44.000 partes contiguas, cada una de las cuales queda transformada en una secuencia de cifras digitales. En este punto, la señal se convierte en una correa de ceros y unos que un potente rayo láser graba en el CD creando los pit. La cifra uno corresponde a las discontinuidades entre el Pit y la superficie lisa (inicio o fin del Pit). En los otros casos se considera cero.

Cuando se lee un CD, el rayo del diodo láser del reproductor sigue las pistas: en los puntos en los que hay Pit la luz láser se difunde, en los que no hay se refleja, vuelve atrás y se transforma en una señal eléctrica. Gracias a la mayor o menor presencia de los Pit se obtiene una señal digital de cero o uno. En este proceso pueden verificarse los errores, a causa de la presencia de rasguños, arañazos o polvo. Por eso en el CD, junto a la señal de audio digitalizada se graba una de corrección de errores que rectifica las impurezas. La señal digital final se convierte en una eléctrica analógica con un proceso inverso al empleado para la grabación.

Además, el principio que sirve para grabar y leer los CD musicales es similar al utilizado en el CD Rom, dado que cualquier tipo de información (textos, música, imágenes) puede convertirse en señal digital.



ban fabricados en vinilo. Con los elepés nacieron los amplificadores electrónicos, primero con válvulas y más tarde con transistores. La alta fidelidad entró en el reino de la reproducción musical, pero la hegemonía de los elepés ha durado menos de 40 años. En 1982 *Philips* y *Sony* lanzaron al mercado el primer disco compacto (CD) que inauguró la era digital, porque, a diferencia de los viejos discos que reproducían en sus surcos la misma señal de audio, el CD memoriza la música de manera digital.



VISTO DE CERCA. Un disco compacto consta de tres estratos. El exterior tiene una misión protectora y es plástico transparente. El estrato interior, recubierto por una finísima lámina metálica, tiene hasta dos millardos y medio de cavidades microscópicas llamadas pit. La sucesión de los pit corresponde a las cifras digitales cero y uno, en las que ha sido codificado el sonido. El rayo láser del aparato reproductor se refleja de manera distinta según cuente o no con pit. Estas variaciones se transforman finalmente en una señal eléctrica.

'PIT PARADE'. Fotografía tomada con un microscopio electrónico que ha reflejado el lado del disco compacto sobre el que se registra la señal de audio, tras eliminar la membrana protectora exterior.

Rompan filas

En los atascos de Madrid o Barcelona perdemos años de vida; en el supermercado, el aeropuerto, el banco o en Correos malgastamos meses en colas interminables. Este fenómeno es objeto de cálculos, estadísticas y simulaciones realizadas por ordenador. Y todo para hacer la espera más corta

POR MICHELA FONTANA Y ESTER RONCAL

Cuánto tiempo se pierde de cada año en el peaje de las autopistas, las ventanillas de los bancos, en los aeropuertos o frente a los semáforos? Sin duda, demasiado. Pero la espera sería aún más larga si un grupo de investigadores, expertos en una teoría matemática (la teoría de colas) no trabajase para reducir los frustrantes tiempos de espera.

El ingeniero danés Agner Krarup Erlang, de la compañía telefónica de Copenhague, fue quien tuvo la ocurrencia de utilizar las matemáticas, la reina de las ciencias, para buscar una solución práctica y



reducir el tiempo de espera en las colas mejorando el servicio. Con ello, pretendía eliminar, a principios de siglo, el tráfico telefónico que saturaba las centrales automáticas. Y lo hizo con tanta precisión que sus fórmulas se utilizan todavía.

Existen colas muy comunes, como las de los atascos, y otras que pasan más desapercibidas, como una secuencia de órdenes que espera ser procesada dentro del ordenador, o los mensajes enviados por Internet que intentan llegar a su destino. Incluso en el cuerpo humano, el conjunto

continúa en pág. 94 →

La fórmula de la inmovilidad

La expresión matemática más famosa de la teoría de colas es también la más sencilla. Conocida comúnmente como *Fórmula de Little*, se presenta de la siguiente forma:

$$N = \lambda \times T$$

donde N es el número medio de elementos de una fila, λ (landa), el número medio de los llegados en un determinado momento, y T, el tiempo medio de permanencia en la fila. Esta fórmula explica, por ejemplo, por qué cuando llueve hay más tráfico: suponiendo que el número de vehículos que se ponen en marcha (en la fórmula, λ) no varía, al aumentar el tiempo de recorrido por culpa de la lluvia, el parámetro T de la fórmula aumenta. De esta forma, la proporción de N también aumenta, es decir, el número de vehículos en carretera es mayor. Además, cuando llueve, la gente tiende



UNA PESADILLA QUE DURA TODA UNA VIDA
La teoría de colas es una rama de la probabilidad, una disciplina que se ocupa de los acontecimientos fortuitos y que estudia el modo de aligerar las innumerables filas que se forman cada día.

de glóbulos rojos, blancos y plaquetas, es decir, los componentes de la sangre, forman colas que transitan por encrucijadas de venas y arterias, al igual que las piezas que esperan su turno en el proceso de producción de una fábrica.

La casualidad es la culpable

En la formación de colas, existe un factor fundamental: la casualidad. Si se pudiera saber cuántos clientes van a utilizar un servicio, cuándo llegarán y cuánto durará su consulta, los cálculos serían muy sencillos y nunca se formarían colas. Pero si los usuarios llegan de forma casual y ocupan las ventanillas por un tiempo variable, llega un momento en que hay más consultas de las que se pueden atender.



FRENTE A LA VENTANILLA. Una operación ordinaria en un banco requiere entre dos y tres minutos. Hoy, gracias a la teoría de colas, se tramitan todos los servicios desde una misma ventanilla, lo que ahorra tiempo a los clientes.

Sin embargo, «aplicando la estadística, se puede controlar y predecir el número de clientes y el tiempo que se va a pasar en una cola», explica Alfonso Mateos Caballero, profesor titular en la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid.

Nadie puede estar seguro de que no encontrará una cola en la oficina de correos o de que llegará primero si se pone en la fila más corta: ¿cómo saber si la persona que le precede en la fila no se pasará horas frente a la ventanilla?

¿Es posible predecir hechos casuales?

Hechos como estos explican la importancia de la teoría de colas, una disciplina matemática relacionada con la estadística y la investigación operativa que trata, precisamente, de los sucesos casuales, y que nos ayuda a prever aquello que parece impredecible. Con la elaboración de modelos que describen el sistema estudiado, como un banco o una oficina de correos, los científicos están capacitados para predecir, con las estadísticas en la mano, cuántas ventanillas se necesitan para atender de manera satisfactoria a los clientes, manteniendo, incluso, los márgenes de beneficio del gestor de los servicios, que no puede permitirse, obviamente, un número ilimitado de dependientes. En una gasolinera, por ejemplo, se sabe el número de litros que proporciona cada surtidor y, mediante un estudio, se puede conocer el número de coches que pasan por la carretera. Con estos datos, es posible deducir qué cantidad de surtidores optimizaría el servicio, hasta tal punto que «cuando un empresario abre una gasolinera sin hacer un estudio de este tipo está perdiendo dinero», afirma Alfonso Mateos.

De algunos de los resultados de la teoría de colas ya se beneficia, sin saberlo, el ciudadano. Para Vicente Burillo, Jefe de Estudios de la Escuela de Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica de Madrid, la teoría de colas es hoy esencial en el campo empresarial para lograr que «lo que tenga que esperar el cliente no le

continúa en pág. 96 →

Mejor tomárselo con humor

• **En la página** de Internet dedicada a la teoría de colas (véase el final del artículo) puede encontrarse una sección humorística. Éstos son los llamados *axiomas de Wright*:

1. Si puedes elegir entre esperar aquí o esperar allí, mejor espera allí.
2. Si las cosas van como tienen que ir, es mejor ser el primero de la fila.
3. No hay razón para esperar al final de una cola. Pero nunca hay que olvidar la paradoja de Wright, es decir:
4. Si no se espera al final de una cola, nunca se estará el primero.
5. Siempre que se está en una cola, la de al lado avanza más deprisa.





OPERACIONES CALCULADAS
Se tarda menos de un minuto en pagar un resguardo en una oficina de correos, mientras que, en un supermercado, transcurren casi cinco desde que se depositan los productos en la cinta transportadora hasta el momento de pagar.



lleve a cansarse y a degradar el servicio». Gracias a esta teoría el empresario «puede llegar a saber, de forma inmediata, qué recursos tiene que poner para satisfacer la demanda».

La teoría de colas es un instrumento vital en los hospitales

Las matemáticas indicaban, por ejemplo, que un banco resulta más eficaz si cada ventanilla atiende todos sus servicios. Ahora, esta práctica es la tónica general. Esta teoría explica también otro tipo de cola muy común: aquella en que todo el mundo se pone en una única fila, por ejemplo, frente a los muchos mostradores de una compañía aérea, hasta llegar por riguroso turno al mostrador libre. Es el mismo tipo de cola que todos hacemos en la carnicería del supermercado cuando cogemos el *ticket* numerado. Está comprobado que, de esta forma, los clientes se impacientan antes, aunque esperan menos.

En los aeropuertos, donde las filas de aviones y pasajeros se han convertido en un problema, la labor de los científicos se ha vuelto indispensable. Por ejemplo, para llevar a cabo el proyecto de Malpensa 2000, un aeropuerto que se inauguró recientemente cerca de Milán, colaboraron los teóricos, basándose en modelos matemáticos y simulaciones por ordenador.

En el caso de los aeropuertos, pero también de los autobuses y el metro, a menudo los pasajeros se desesperan porque no hacen un sencillo cálculo. Si el autobús pasa cada 10 minutos, todos creemos que sólo tendremos que esperar una media de cinco minutos. Pero esto no es cierto: siempre hay que esperar más tiempo. De hecho, es posible demostrar, con la fórmula en la mano, que el tiempo medio de espera aumenta, dado que el autobús no llega en intervalos completamente regulares. Por eso, nadie debe sorprenderse si al final tiene que esperar ocho o incluso 10 minutos. En este caso, la culpa la tienen siempre las matemáticas.

Víctimas de la probabilidad

• **¿Por qué tenemos** siempre la impresión de habernos puesto en la fila equivocada del supermercado? ¿Somos víctimas de la mala suerte o existe una razón matemática? El hecho es que si N es el número de cajas y todas las colas avanzan a la misma velocidad, la probabilidad de elegir la caja más rápida es una sobre N. Si hay siete cajas, la probabilidad es de una sobre siete. La probabilidad de que nuestra fila avance más rápido que las otras dos, situadas a ambos lados, es sólo de una sobre tres. Para tener más posibilidades desde el punto de vista psicológico, habría que elegir una fila cercana a la pared. Con ello, al menos tendríamos la satisfacción de ver que, una de cada dos veces, avanzamos más deprisa que la fila de al lado.

▶ Filas reales y virtuales

Prestar un servicio más eficiente también resulta fundamental para los hospitales. A las colas que se forman en los

continúa en pág. 98 →

servicios de admisión y urgencias se deben sumar las filas virtuales de pacientes en lista de espera, que aguardan desde hace meses un reconocimiento médico. Aunque el flujo de enfermos es puramente casual, presenta una regularidad de tipo estadístico que permite establecer previsiones sobre el número de camas necesarias y sobre la duración del periodo de convalecencia. En los estudios llevados a cabo en las urgencias pediátricas, sin contar las graves, los investigadores han identificado un mayor flujo de pacientes en las horas en que los padres vuelven del trabajo y por la mañana, antes de ir a trabajar.



El rebelde informático

De los temas relacionados con las personas que atienden enfermos, se puede pasar, con los mismos instrumentos de cálculo, al tratamiento de filas más abstractas. Hoy, la Informática y las Telecomunicaciones se han convertido en los principales ámbitos de aplicación de esta teoría. El origen de esta incidencia estuvo «en el tema de la atención a llamadas telefónicas, pero se ha extendido extraordinariamente a redes de datos», explica Vicente Burillo. «Es un elemento esencial en el diseño de estas redes», añade. El objeto de estudio más popular es Internet, donde los mensajes se cruzan y tropiezan para ser clasificados por los distintos nodos, colapsando los canales de transmisión y los bancos de datos a los que pretenden acceder. La teoría de colas podría ser aplicada para determinar «el tiempo medio de espera para ver una página o el número de usuarios», sostiene Alfonso Mateos. Además, se están estudiando métodos de gestión de tráfico muy complejos que permitan controlar, para determinados tipos de mensajes urgentes, el tiempo que tardan en atravesar la Red. En el caso de los ordenadores y de las máquinas en general, la teoría de colas suele dar óptimos resultados. Después de hacer unos cuantos cálculos y simulaciones, no existen otros factores en juego.

La Matemática debe aliarse con la Psicología

Lo que sí puede suceder es que, para gestionar mejor las colas, las matemáticas tengan que aliarse con la Psicología. Este hecho lo subrayó Richard Larson, un experto en la teoría de colas del Instituto de Tecnología de Cambridge, en Massachusetts (Estados Unidos). Los pasajeros del aeropuerto de Houston, en Texas, se quejaban de las esperas excesivas para la retirada de sus equipajes. Después de la intervención de Larson y con la aplicación de las matemáticas, la espera se redujo en ocho minutos. Sin embargo, las protestas continuaron. Al principio, no se entendía lo que ocurría pero después se observó que, mientras esperaban para retirar sus equipajes, los pasajeros veían a través de una mampara cómo salían y tomaban un taxi los que sólo llevaban equipaje de mano. Bastó entonces con situar la retirada de equipajes en un punto más alejado de la salida para acallar las protestas. La Psicología había acudido, con éxito, en ayuda de los matemáticos.

Aeropuertos de la A a la Z

No todos los aeropuertos son iguales. En función de la calidad del servicio, existen varias categorías que van de la A, la mejor, hasta la F, reservada a situaciones de *system breakdown* (colapso del sistema).
Unas tablas precisas determinan, para cada categoría, el espacio del que dispone cada pasajero en las distintas áreas del aeropuerto. Por ejemplo, para las colas que se forman en los puntos de embarque, un pasajero tiene a su disposición 1,8 metros cuadrados en un aeropuerto A, y un metro cuadrado en uno E.
Para determinar la longitud media de una fila, es necesario decidir antes el espacio que cada persona podrá ocupar dentro de ésta, así como el tiempo medio en que se tramita el embarque, que se ha estimado en un minuto y medio por pasajero.

INTERNET

Myron Hlynka, del Departamento de Matemáticas y Estadística de la Universidad de Windsor, ha creado una página web dedicada a la teoría de las colas. La dirección es: **http://www2.uwindsor.ca/~hlynka/queue.html**

El frigorífico del futuro se basa en ondas sonoras

Por ahora es sólo un prototipo pero en unos años llegará al mercado

Un frigorífico que utiliza ondas sonoras para congelar los alimentos: después de años de búsqueda sobre la refrigeración termoacústica, en la Universidad de Indiana (Estados Unidos) se ha fabricado un prototipo, aunque habrá que esperar años para comercializarlo. En lugar del pistón que comprime el fluido refrigerante en los frigoríficos tradicionales, es una membrana, similar a la de los altavoces, la que difunde las ondas sonoras en una cámara acústica resonante, en la cual los ecos se superponen con la onda originaria reforzándola hasta un alcance de 160-180 decibelios (el sistema es acústicamente aislado). Se consigue así una onda sonora estable, tal que su cresta se disponga en cada uno de los dos extremos de la cámara y el hundimiento, en el centro. Ya que el sonido es una onda de presión, la cresta corresponde a la zona de presión máxima y el hundimiento a la de presión mínima. En la cámara se encuentra el líquido refrigerante (gases inertes como helio o argón) que llega ondulando hacia adelante y hacia atrás a una frecuencia de 600 herzios.

El gas en movimiento hacia la alta presión se comprime y se calienta; el que se mueve hacia la baja presión se expande y enfría. El frío llega a través de un intercambiador de calor. La diferencia térmica no es relevante en términos absolutos, pero ya que la compresión y la expansión del gas necesita 600 voltios al segundo, el potencial térmico resultante es significativo para bajar la temperatura de una muestra incluso 100 grados.



los números

- Frigoríficos existentes en España: ..... 11 millones
- Congeladores: 703.890
- Rendimiento máximo de un *frigo* tradicional: .. 40%
- Hipótesis de rendimiento del *frigo* acústico: 60%

Más arriba todavía con los ascensores de 'espuma'

Se imaginan viajar en un ascensor fabricado con espuma? Es lo que podría suceder si una investigación del Instituto Fraunhofer para la Investigación Aplicada a los Materiales, con sede en Berna, se demuestra válida. La atención de los científicos suizos y alemanes se ha concentrado sobre la conocida *espuma metálica*, una revolucionaria clase de material en el que los átomos de metal están ligados igual que los de la espuma de poliuterano. La espuma metálica resulta ligerísima, ignífuga, rígida y mala conductora del calor y la electricidad. Tiene un defectillo: su elevadísimo coste. En el Fraunhofer se ha puesto en marcha un nuevo método de fabricación, notablemente más económico, basado en la pulverización del metal. El primer objetivo es construir la cabina de un ascensor que resultaría muy ligera, a prueba de incendios y con un alto grado de absorción de la energía del impacto en caso de accidente.

los números

- Ascensores que funcionan en España: 501.650
- El ascensor más rápido del mundo: el fabricado por Mitsubishi para el Yokohama Land Mark Tower de Yokohama, terminado en Julio de 1993, que recorre 296 metros en 40 segundos a 45 Km/h
- Accidentes mortales debido al uso de los ascensores: Uno cada 10 millones de kilómetros recorridos



¿Efecto invernadero? Enterremos el anhídrido

El anhídrido carbónico es uno de los gases culpables del efecto invernadero por lo que se multiplican los esfuerzos para reducir las emisiones en las fuentes, es decir, en cualquier tipo de combustión. Científicos de la Organización Holandesa para la Investigación Aplicada han propuesto enterrar el anhídrido carbónico, almacenándolo en lugares especiales antes de que llegue a la atmósfera. El depósito, por ejemplo de una central nuclear, se ha diseñado para impedir la difusión del gas en los estratos acuíferos y en el terreno próximo, pero podría utilizarse más adelante en tierra firme y en los fondos marinos. El suelo holandés permite enterrar 8.000 millones de toneladas de CO_2, el doble de las emisiones europeas en un año.

los números

- Anhídrido carbónico emitido cada año en Europa (en millones de toneladas): 3500
  - En Alemania: 1010
  - En Gran Bretaña: 570
  - En Italia: 420
  - En España: 302
- Cuota de emisión debida a los automóviles: .. 18%
- Reducción de las emisiones prevista:
  - Para el 2005: 10%
  - Para el 2010: 15%

La máquina de carreras

En atletismo, el récord de los 100 metros es el más codiciado: reducirlo una mísera décima de segundo requiere años de preparación. ¿Cuál es el límite que nunca logrará superar el hombre? Para descubrirlo, *Newton* ha examinado la fisiología de los atletas más veloces del mundo

POR PIERO CAPONE Y ANA GOÑI

Una máquina de carreras. No se trata de Ferrari o de Williams, sino del hombre, una *máquina* que desarrolla su máxima potencia durante un recorrido muy breve (apenas 100 metros), que posee una velocidad punta de casi 60 kilómetros por hora y que, para mejorar su marca en 11 centésimas de segundo, necesita 28 años. Así lo demuestra la comparación entre el récord actual, fijado en nueve segundos y 84 centésimas por el canadiense Donovan Bailey en 1996, y el de nueve segundos 95 centésimas que estableció el estadounidense Hines en 1968. A este ritmo, en el año 2050, los 100 metros deberían recorrerse en ocho segundos 35 centésimas. ¿Será capaz el ser humano de alcanzar esta plusmarca o está aproximándose a un muro que nunca logrará derribar?

Para responder a esta pregunta, se hace imprescindible recordar que la *máquina humana* debe luchar contra sus propios

continúa en pág. 104 →

En el 2050, el hombre podría superar los 62 kilómetros por hora

CUESTIÓN DE MÚSCULO, PERO TAMBIÉN DE CABEZA El rendimiento de un atleta no sólo depende de su preparación física, sino también de la psíquica. En la imagen, salida de los 100 metros.

tiempo de reacción en la salida 0,176 km/seg

velocidad media 36 km/h

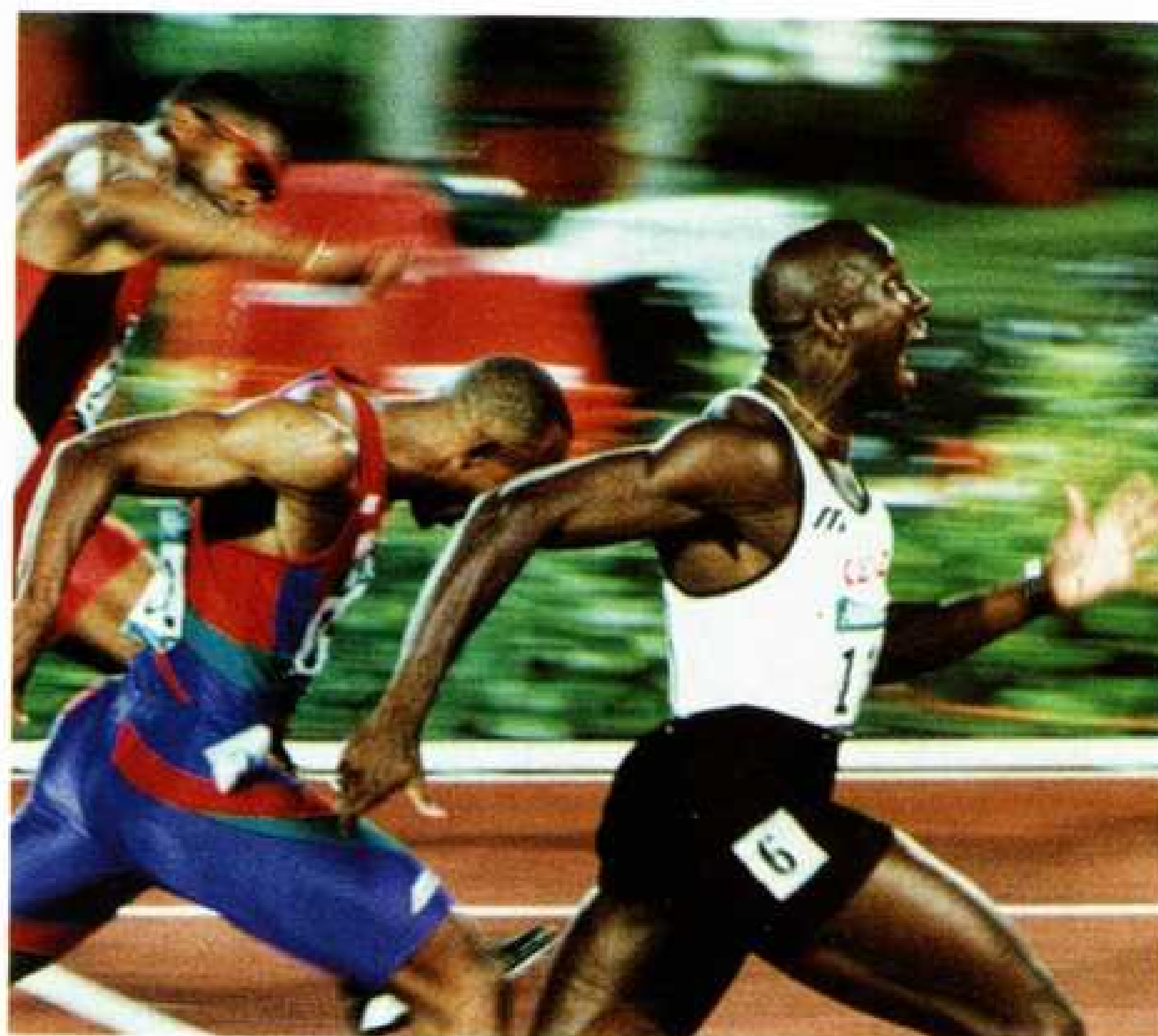
punto de máxima velocidad 59,8 km/h

44,3 pasos para cruzar la meta

Atleta	Año	metros por segundo	tiempo	distancia hasta la línea de meta
BAILEY	1996	10,16	9,84	
BURRELL	1994	10,15	9,85	10,137 cm
LEWIS	1991	10,14	9,86	20,282 cm
BURRELL	1991	10,10	9,90	60,867 cm
LEWIS	1988	10,08	9,92	60,641 cm
SMITH	1988	10,07	9,93	90,838 cm
HINES	1968	10,05	9,95	110,684 cm

límites, sobre todo los fisiológicos. «En función de la distancia que el atleta debe recorrer, se activan diversos mecanismos químicos que transfieren energía a las masas musculares a través del ATP (*adenosintrifosfato*)», explica Enrico Mariani, del Instituto de Medicina Deportiva de Milán. «Esta sustancia es, por así decirlo, el combustible que se genera en el interior del músculo y que transforma la energía química de los alimentos en energía mecánica», añade.

POR CENTÉSIMAS
Arriba se muestra cómo ha variado, desde 1968, el récord de los 100 metros lisos. Su mejora en 11 centésimas corresponde a poco más de 110 centímetros. A la derecha, el actual *recordman* Donovan Bailey.



▶ Tres sistemas de recarga

En distancias muy cortas, como los 100 metros, y, en general, en las disciplinas que requieren una ejecución rápida, como el lanzamiento de disco o de jabalina, sólo interviene el sistema *anaerobio alactato*, que permite desarrollar la máxima potencia, pero durante espacios de tiempo muy breves. Si la prueba atlética se prolonga 10 segundos más, también entra en juego el sistema *anaerobio lactato*: el músculo produce ácido láctico, y es posible realizar ejercicios de media potencia y de duración media (hasta 60 segundos). El tercer sistema de recarga del ATP es el *aeróbico*, llamado así porque en él influye la presencia de oxígeno y permite ejercicios de larga duración, aunque de baja potencia. En las carreras de medio fondo (800, 1.500 y 5.000 metros), donde se combinan los mecanismos *aeróbico* y *lactato*, es donde se baten más récords: durante estas competiciones, el atleta se comporta a la vez como un fondista y un velocista, con las ventajas de ambos sistemas, lo que permite un mayor aprovechamiento muscular.

En el interior del músculo se genera un combustible, el ATP

▶ Consumo calórico

Por lo que se refiere al consumo calórico, una preparación adecuada y una predisposición genética permiten a los atletas de medio fondo y de fondo ahorrar, hasta el último momento, azúcares, presentes en menor cantidad en el organismo que los ácidos grasos. Utilizan principalmente estos ácidos, que representan su auténtica reserva de energía, puesto que los azúcares son de consumo rápido.
Ésta es la táctica de competición que utilizan los grandes campeones, como el etíope Haile Gebrselassie (5.000 y 10.000 metros), capaz de mantener una velocidad constante en torno a los 25 kilómetros por hora. Por esto, se

continúa en pág. 106

supone que los márgenes de mejora de la *máquina de carreras* humana son mucho más consistentes en distancias medias que en cortas.

Pero también existe la *máquina de carreras* femenina. ¿Por qué las representantes del *sexo débil* tienen en el deporte rendimientos inferiores a los de los hombres? ¿Será posible superar esta diferencia?

Comparación con la mujer

«En todas las pruebas atléticas, las mujeres están siempre en desventaja, porque, por razones genéticas, su ritmo cardiaco máximo es inferior al de los hombres. Esto se traduce en que su *cilindrada aeróbica*, es decir, su consumo máximo de oxígeno es menor», explica Enrico Mariani. Pero no sólo por eso. «Los porcentajes de masa muscular, de grasa corporal y el peso óseo, entre otros, presentan diferencias entre hombres y mujeres», sostiene Enrique Pascual Oliva, entrenador de Fermín Cacho y Abel Antón. Además, la pelvis de la mujer es más larga y el fémur tiene una curvatura diferente, lo que contribuye a ralentizar su carrera.

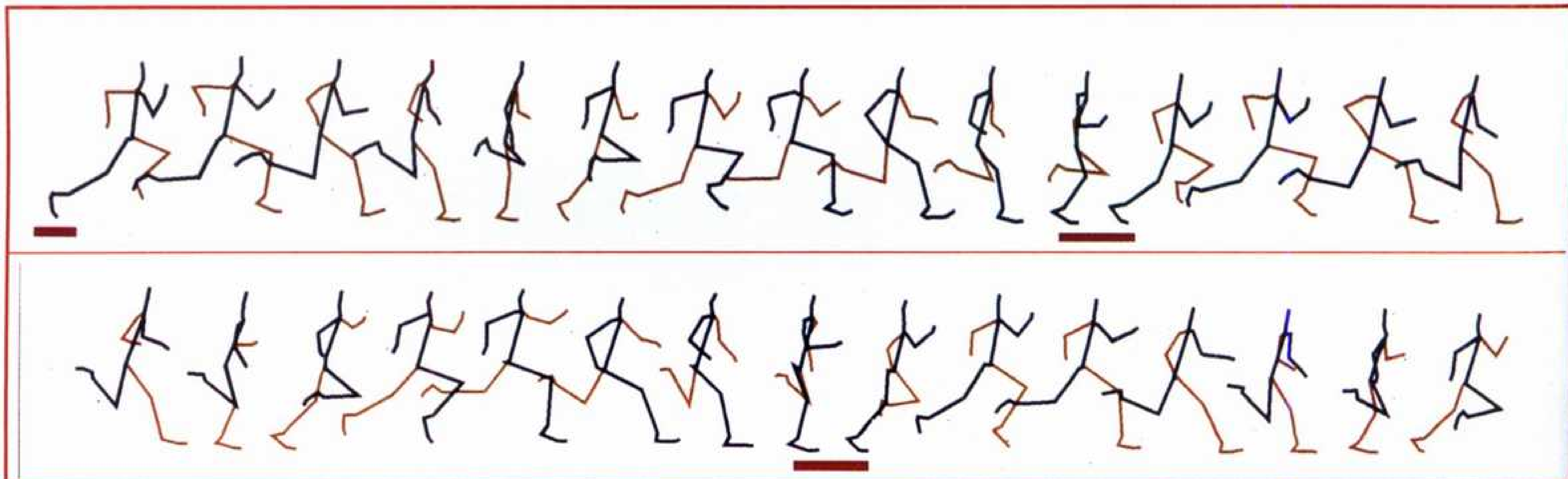
A pesar de todo, no está escrito en ningún sitio que las prestaciones femeninas hayan de ser siempre inferiores a las masculinas en todas las especialidades atléticas. De hecho, dos fisiólogos estadounidenses, Brian Whipp y Susan Ward, han previsto que en los Juegos Olímpicos del 2000 se dará una superioridad de la mujer sobre el hombre en el maratón y que, de aquí a unos 15 años, veremos a una mujer correr más deprisa que un hombre los 1.500 metros lisos.

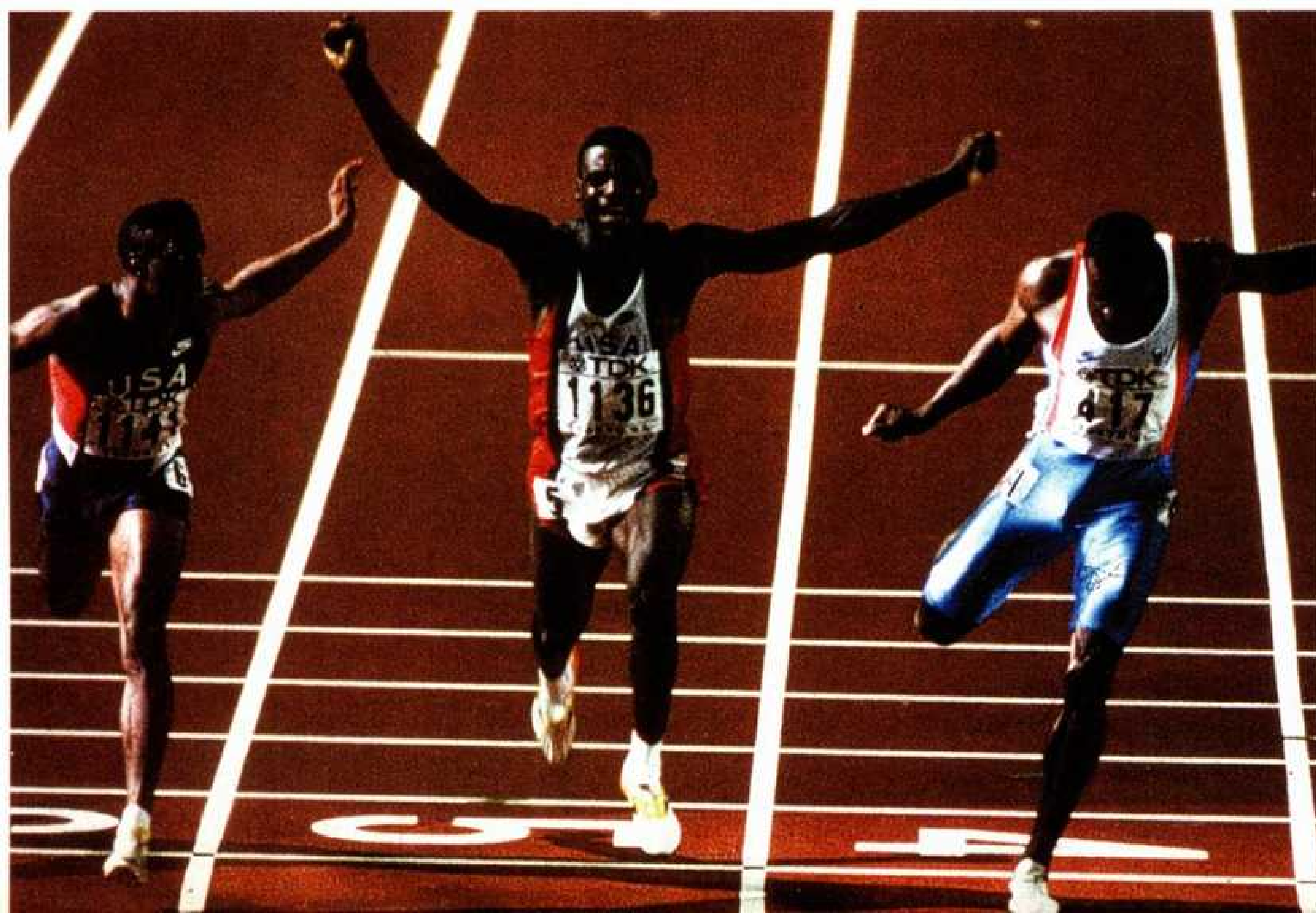
El rendimiento atlético está relacionado con la estructura genética

Los dos fisiólogos han formulado estas previsiones extrapolando las plusmarcas obtenidas por atletas femeninos y masculinos en los últimos 50 años. Esto les ha permitido descubrir que los progresos realizados por las mujeres han sido muy superiores a los alcanzados por los hombres. Por ejemplo, en 1955, el mejor corredor de maratón de sexo masculino caminaba a 280 metros por minuto, mientras que, en la misma competición, la mejor mujer llegaba a los 170 metros. Treinta años después, han alcanzado respectivamente los 310 y los 280 metros por minuto.

En cuanto a la prueba de los 1.500, el récord masculino era de 400 metros por minuto en 1955, y el femenino de 320; 30 años después se ha llegado a los 410 en el caso del hombre, y a los 390 en el caso de la mujer. Por tanto, cada 10 años las mujeres mejoran sus récords en una media de 15 metros por minuto, mientras que los hombres progresan a un ritmo sensiblemente inferior. Y esto porque «los hombres están un poco al límite del rendimiento de su maquinaria, mientras que el deporte en la mujer empieza a ser importante ahora», comenta Pascual Oliva. Sin embargo, en la prueba de velocidad, la predisposición genética del hombre seguirá desempeñando un papel esencial, ya que «la masa muscular (un 10% menor en las mujeres que en los hombres), es determinante en las distancias cortas».

Lo mismo sucede con los atletas negros y mulatos, que, por razones genéticas, acaparan más récords que los blancos porque en los músculos poseen porcentajes más altos de fibras blancas (o de contracción rápida), indispensables para desarrollar velocidades altas en el *sprint*.





DOS ZANCADAS A EXAMEN
En estos dos dibujos, están representados los movimientos de aceleración de dos atletas durante la final de los 100 metros lisos en los Mundiales de Tokio de 1991 (en la foto). Se ha analizado la carrera del ganador, Carl Lewis (arriba), y la del segundo clasificado, Leroy Burrell (debajo). Ninguno de los dos desdobla en exceso la rodilla y el tobillo, prueba de que se obtiene mayor velocidad con pequeños movimientos de flexión.

El factor técnico

De acuerdo con lo dicho hasta ahora, la estructura genética puede parecer una jaula de la que resulta difícil escapar, y en buena medida esto es cierto, pero, como afirma Pascual Oliva, «el problema está en sacar a flote la potencialidad que tene-

continúa en pág. 108

Cómo ir deprisa sin cansarse

• **Los dibujos** ilustran la técnica para correr a gran velocidad. El tronco se mantiene prácticamente vertical, ligeramente inclinado hacia delante. La rodilla se flexiona hacia delante bajando el glúteo, casi en posición horizontal respecto al suelo. Esta posición permite potenciar el impulso que recibe el pie y crear una esfera de acción más amplia para la cadera. En este punto, con los músculos del glúteo relajados, se debe levantar lo más posible la rodilla. Cuando, para tocar el suelo, se extiende la rodilla, la planta del pie debe seguir una trayectoria de rotación pierna/pie. El suelo se toca levemente, casi de pasada, continuando el movimiento de rotación, y se descarga ligeramente el peso de la región lumbar.



LOS MÚSCULOS MÁS UTILIZADOS
En el dibujo de la derecha, se muestran los músculos de la pierna que se utilizan principalmente en las disciplinas de velocidad

mos marcada». Además, en la carrera por el récord se ha avanzado mucho gracias al estudio de nuevos materiales y máquinas que han permitido a los atletas mejorar sus marcas. Por ejemplo, las investigaciones de laboratorio se han traducido en pistas de material sintético con un coeficiente de elasticidad adecuado, compactas y más resistentes al uso. Gracias a la pista dinamométrica y al electrodinograma (sistema de sensores que se colocan en la suela de las zapatillas y alrededor de la cintura del atleta) es posible medir la fuerza y la capacidad elástica mediante la presión que ejerce el pie sobre la pista. La maquinaria ha aumentado la frecuencia y mejora de los entrenamientos. Si Livio Berruti, medalla de oro de los 200 metros en las Juegos de Roma, se entrenaba dos o tres veces por semana, Michael Johnson, que actualmente ostenta el récord mundial en los 200, dedica seis o siete horas diarias a correr en pista y entrenarse en el gimnasio.



LA CARRERA FEMENINA
Florence Griffith (en la imagen de la derecha), que ostenta el récord mundial en 100 metros (10.49), fue una de las primeras atletas en demostrar que, a pesar de las diferencias genéticas, las mujeres pueden aproximarse a las plusmarcas masculinas.

▶ Cambios genéticos

Volviendo a la *máquina humana*, ¿ha experimentado transformaciones genéticas y morfológicas que le han permitido perfeccionar su rendimiento atlético? Es cierto que, desde principios de siglo, ha aumentado la estatura media del hombre (en torno a los 10 centímetros en los últimos 30 años) por factores genéticos y por una mejora en las condiciones de vida. Sin embargo, todavía no se ha demostrado una relación directa entre ese aumento y la mejora del rendimiento atlético. Lo mismo puede decirse de las condiciones genéticas, que apenas han cambiado en lo referente a la capacidad pulmonar o la masa muscular.

Michael Johnson se entrena a diario por lo menos seis o siete horas

Lo cierto es que la preparación psicológica de los deportistas ha contribuido de forma importante a una mejora de su rendimiento. «Ganar, posiblemente, está más en la cabeza que en las piernas», afirma Enrique Pascual Oliva. Además, a diferencia de lo que ocurría a principios de este siglo, ostentar hoy una plusmarca mundial comporta ventajas sociales y también económicas, un incentivo que empuja a los atletas a superar sus propios límites. El reto, por tanto, sigue vivo.

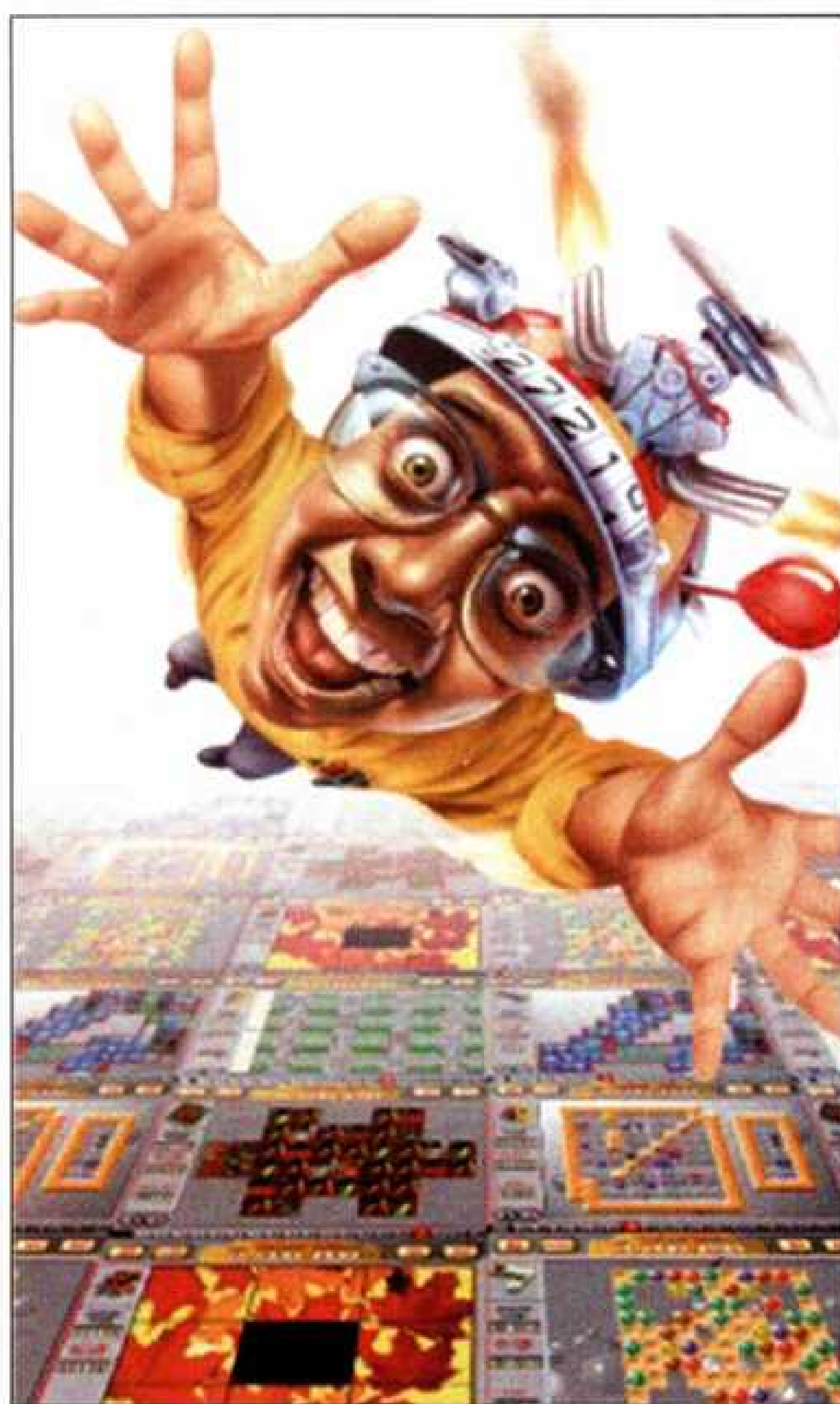
EL MUNDO EN CD-ROM. Un gran mapa digital con una exhaustiva información de 222 países y 100.000 grandes localidades: superficies, fronteras y datos demográficos, económicos y políticos (Topware).

SECCIÓN COORDINADA POR JOSEP MARIA ESCOFET

Neuronas en buena forma

Nada mejor que los chips informáticos para poner a prueba a la mejor computadora jamás diseñada: el cerebro humano. *Intelijuegos* y *Microsoft Puzzle Collection* son dos programas informáticos pensados para mentes despiertas y con ganas de ejercicio. El primero incluye más de 350 desafíos mentales agrupados en seis rompecabezas diferentes que pondrá a prueba nuestra agudeza mental. Por otra parte, Alexey Pajinov, el famoso diseñador del videojuego *Tetris*, es el autor de algunos de los juegos de ingenio recopilados en *Microsoft Puzzle Collection*. Y aunque el resto de rompecabezas no llevan su firma, todos requieren buenas dosis de habilidad, estrategia y rapidez de pensamiento.



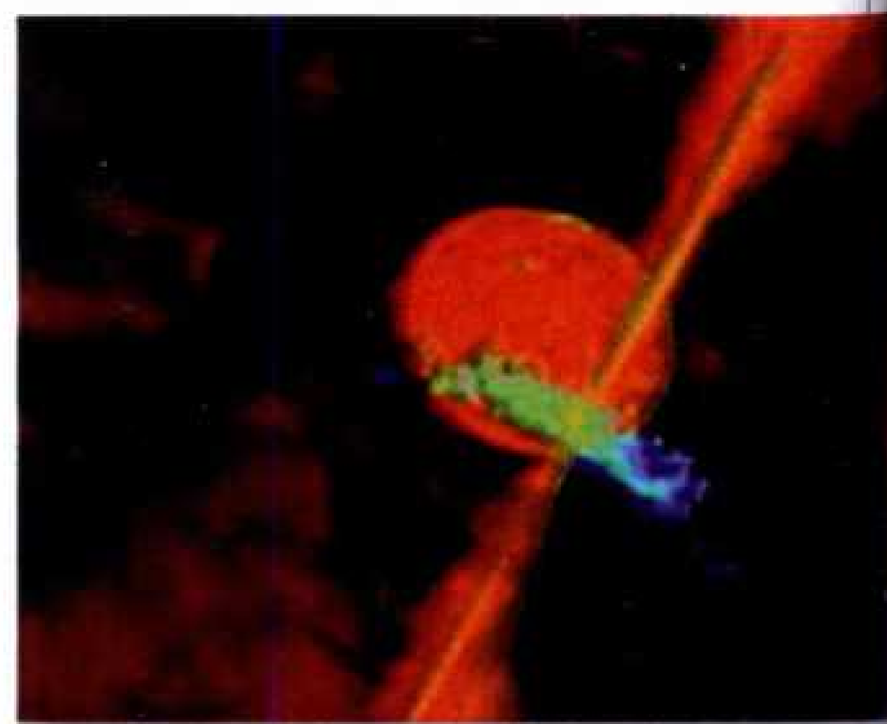


Intelijuegos
Anaya Multimedia
4.990 pesetas

Microsoft Puzzle Collection
Microsoft
4.900 pesetas

El Universo en el ordenador

Un gran viaje debe contar con un guía de excepción. Y si el periplo es a través del Universo, no hay anfitrión mejor que Stephen Hawking. Con el bestseller *Historia del Tiempo,* el científico inglés ya logró acercar al gran público las últimas teorías astrofísicas. Ahora, su afán divulgador ha encontrado en la multimedia la pizarra ideal para mostrarnos los temas que le apasionan. Textos didácticos, imágenes sorprendentes captadas desde el telescopio Hubble, animaciones y una selección de las páginas científicas de Internet se aúnan para moldear y dar vida a los misterios del cosmos. *Vida en el Universo* descubre las teorías y los fenómenos más asombrosos.

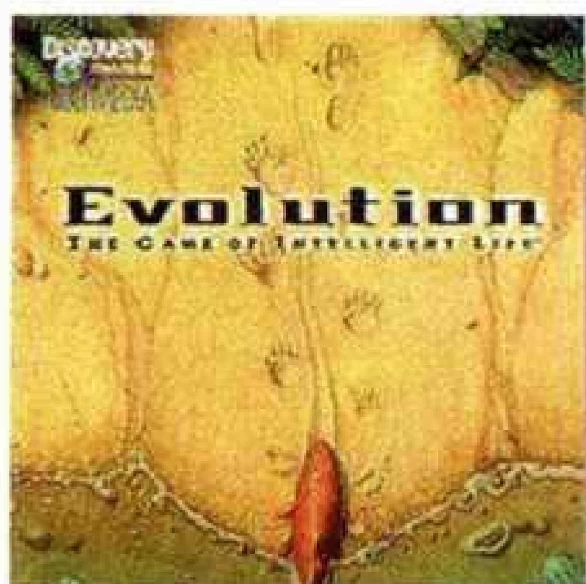


Vida en el Universo
Anaya Interactiva
6.990 pesetas

La ley del más fuerte

Las teorías evolutivas no son juego de niños. Pero con un poco de imaginación, las tesis de Darwin pueden convertirse en algo lúdico y atractivo. *Evolution* es un juego de estrategia en el que los participantes compiten para evolucionar, lograr la inteligencia y construir una civilización.

Evolution
Zeta Multimedia
4.900 pesetas



Egipto antiguo y virtual

Alguien ha robado la tumba del Faraón y debemos encontrar al culpable. *Egipto: La tumba del Faraón* es una aventura gráfica que nos traslada al antiguo Egipto con el rigor de un documental y la emoción de un videojuego. Tras la trama que desarrolla la historia y que protagonizan más de 30 personajes, el programa esconde un auténtico tratado gráfico y documental del Egipto de Ramses III. Sus creadores no han escatimado medios para reconstruir al detalle el día a día del Egipto de hace 3.000 años: los escenarios han sido recreados con las últimas tecnologías en tres dimensiones y se ha contado con el asesoramiento de expertos en arte egipcio del museo del Louvre. *Egipto: La tumba del Faraón* incorpora también una amplia base de datos ilustrada para sumergirse en los aspectos políticos, sociales y religiosos de una de las civilizaciones más fascinantes de la historia.

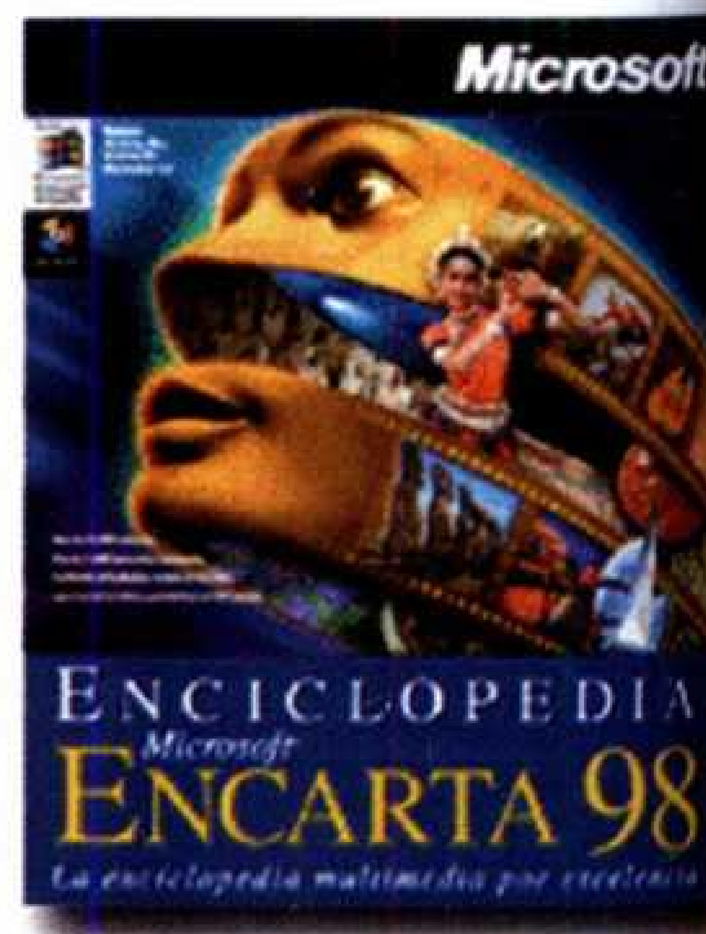


Egipto: la tumba del Faraón
Friendware
7.990 pesetas

Enciclopedia puesta al día

En un futuro no muy lejano bastarán segundos para transmitir bibliotecas enteras al ordenador. Por ahora, sin embargo, una de las maneras más rápidas para acceder al saber enciclopédico es consultar la *Encarta.* Esta enciclopedia multimedia e interactiva ya tiene a punto una nueva edición con más y mejores prestaciones: 31.000 artículos nuevos y adaptados al mercado español, más de 7.500 imágenes, 800 mapas y gráficos, 2.000 archivos de sonido y más de 100 videos, animaciones y fotografías con visión panorámica en 360º. Una información que sobrepasaría los 28 volúmenes de cualquier enciclopedia convencional. Y para que el tiempo no juegue una mala pasada, *Encarta 98* actualiza periódicamente su contenido a través de Internet.

Encarta 98
Microsoft
18.900 pesetas



Lo que el ojo no ve lo ve el cerebro

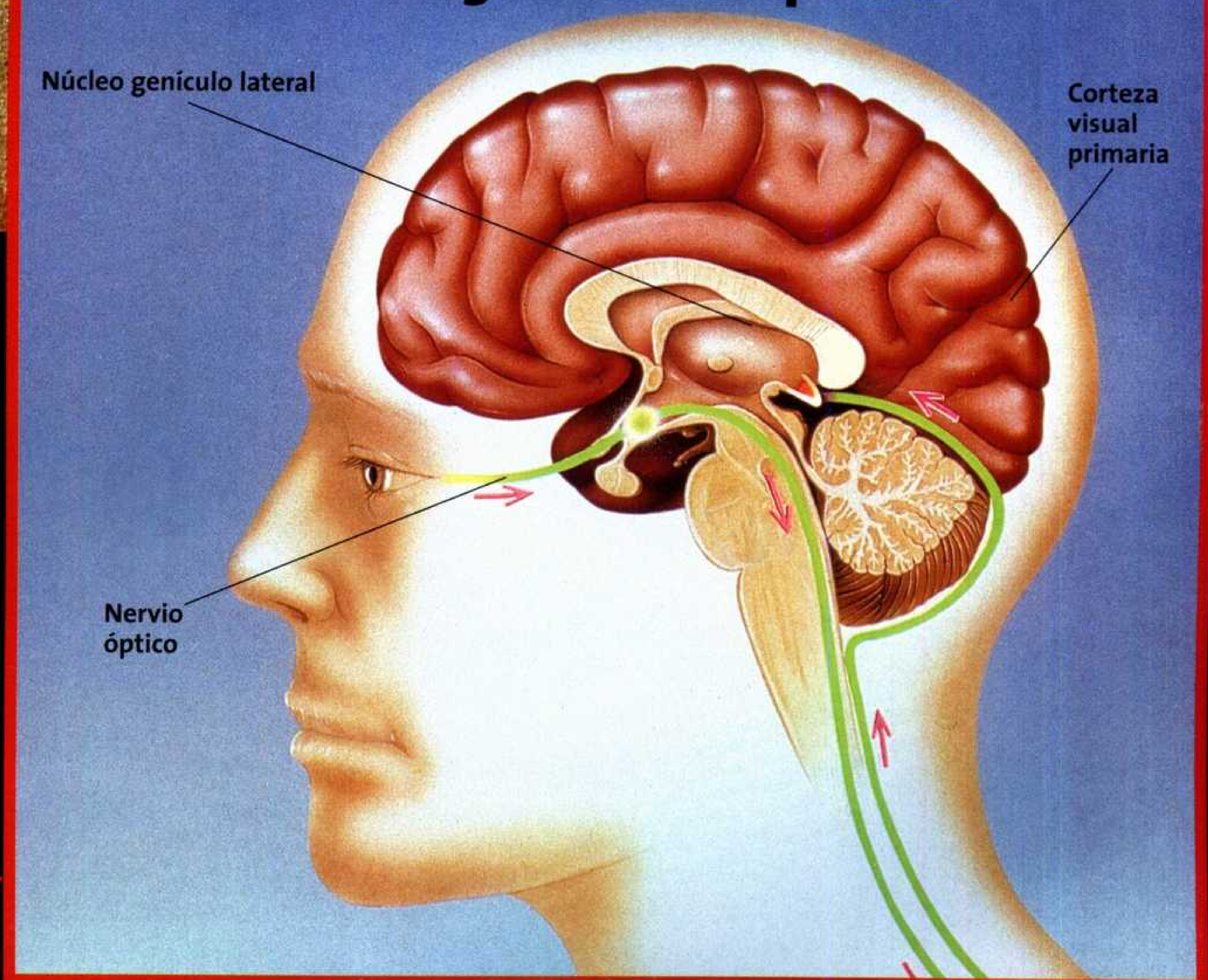
Todos estamos ciegos, al menos en parte. De hecho, una minúscula zona de la retina, llamada papila óptica, es incapaz de capturar cualquier tipo de imagen. No nos damos cuenta porque, para tapar el agujero, nuestro sistema nervioso reconstruye las partes que faltan. Un engaño en toda regla que *Newton* demuestra aportando todas las pruebas

Cada uno de nosotros tiene, en cada ojo, un *agujero* en el campo visual, y vive sin saberlo. Lo más extraordinario del caso es que nuestro propio sistema nervioso central se encarga de ocultarnos este hecho, sin escatimar en ingenio para reconstruir la parte visual que falta, al igual que un restaurador que suple la falta de color de un cuadro por lo que observa a su alrededor.

El problema del punto ciego (denominado científicamente papila óptica) se detectó hace tiempo, pero sólo ahora un equipo internacional de científicos ha logrado entender cómo reconstruye el cerebro la parte de imagen que falta. La investigación no se agota aquí, sino que abre nuevas puertas a un mejor tratamiento de las lesiones oculares que provocan otros puntos ciegos en el campo visual.

La retina es la parte del ojo donde se forman las imágenes, tal y como hacen los sensores de

continúa en pág. 114



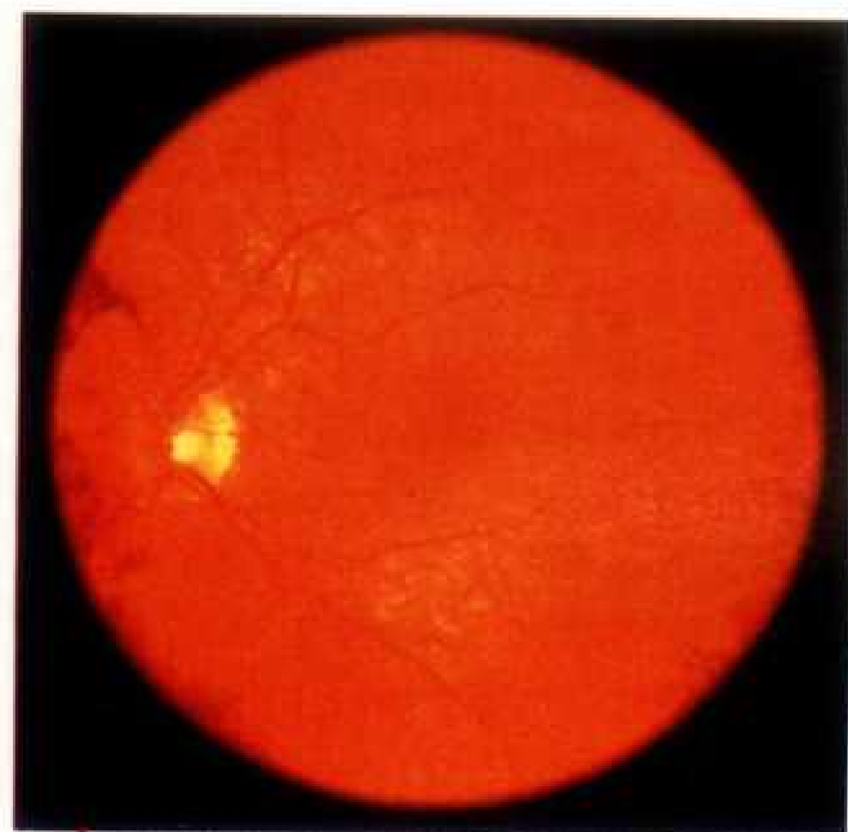
BASTA UNA MIRADA
Un único vistazo es suficiente para que los dos tipos de células fotosensibles que recubren la retina (conos y bastones) transformen las señales luminosas en impulsos eléctricos. Éstos se transmiten al cerebro por medio del sistema nervioso, como muestra el dibujo.

las videocámaras. Está completamente cubierta de dos tipos de células sensibles a la luz, en forma de conos y bastones, que transforman las señales luminosas en impulsos eléctricos. Estas células recubren el fondo del ojo salvo en un punto, de unos 1,5 milímetros de diámetro, donde convergen los nervios y los vasos sanguíneos de la retina. Este es el fatídico punto ciego del ojo, el *agujero* en nuestra videocámara personal.

Zona sin informaciones

Cada punto de la retina sensible a la luz está conectado a un punto específico en la parte posterior del cerebro (la corteza visual primaria) mediante un grupo de nervios. De este modo, la imagen recibida por la retina se proyecta lentamente en la corteza visual. Dado que el punto ciego no es sensible a la luz, no envía ninguna imagen a la corteza visual, por lo que queda una zona sin información alguna. A pesar de esto, el cerebro reconstruye la imagen que falta mediante un proceso llamado *filling in* (de relleno), que acaban de descubrir un grupo de científicos norteamericanos, suizos, holandeses y japoneses, dirigidos por Hidehiko Komatsu, del Instituto Nacional de Fisiología de Osakos. Esta investigación se inscribe dentro del *Human Frontier*, un proyecto internacional sobre las ciencias de la vida.

Para comprender el fenómeno, los investigadores sometieron a algunos macacos a la prueba sobre el punto ciego que se reproduce en estas páginas, con la única salvedad de que a los animales se les estimulaba mediante una serie de premios alimentarios. Mientras los monos



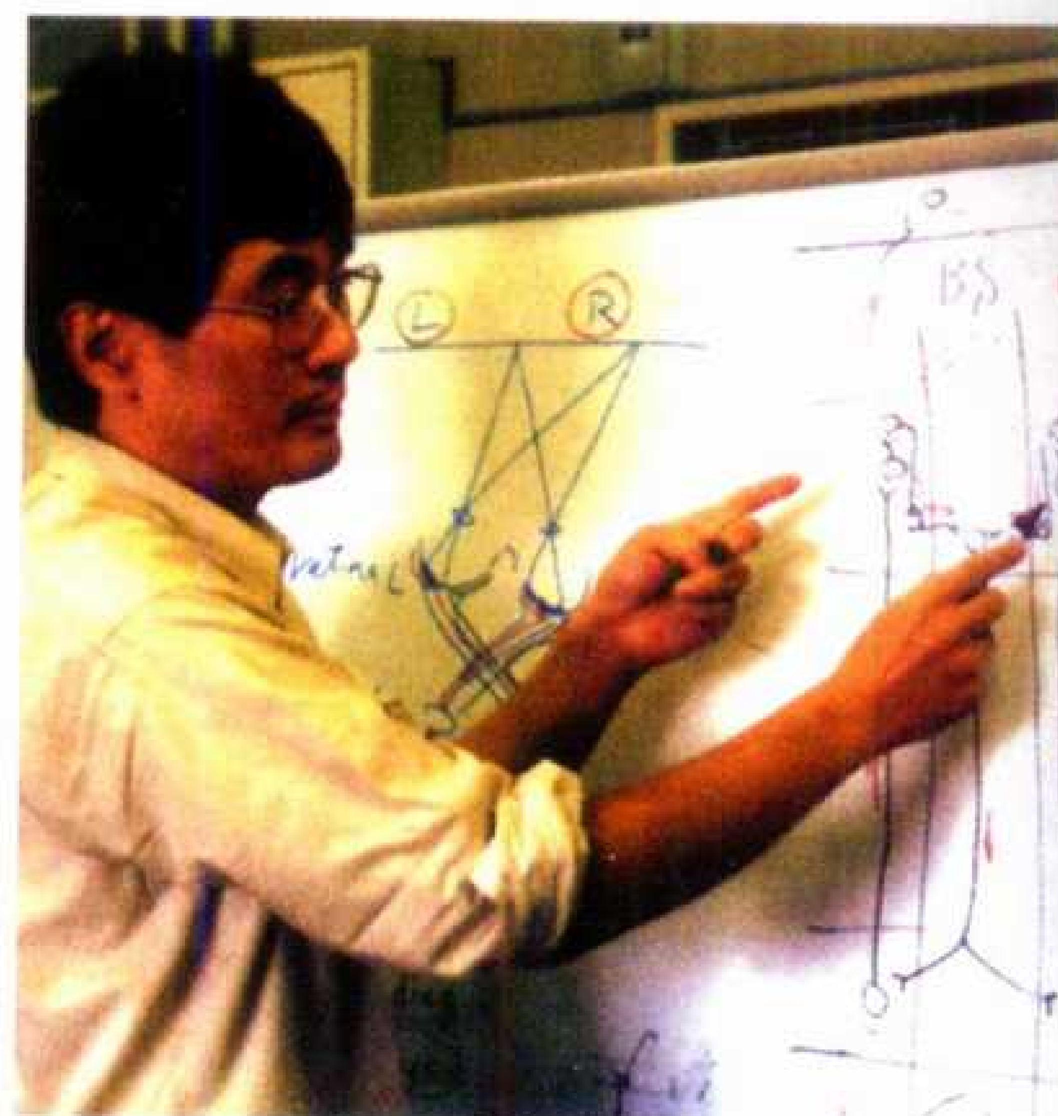
GRUPO DE NERVIOS
La retina esconde en su interior un punto ciego, la papila óptica (en la imagen de la izquierda, en color amarillo), un área de 1,5 mm. de diámetro donde convergen los nervios y los vasos sanguíneos de la retina.

Retina
Membrana conjuntiva
Esclerótica
Músculos oculares
Nervio óptico
Cuerpo ciliar
Punto ciego o papila óptica
Cuerpo vítreo
Iris
Vasos sanguíneos de la retina
Pupila
Cristalino
Córnea

realizaban la prueba, la actividad de su corteza visual se medía con unos electrodos (un procedimiento que, según los investigadores, no provoca ningún sufrimiento a los animales, ya que el cerebro no posee sensores para percibir el dolor). «Para gran sorpresa nuestra», explica Komatsu, «observamos que la parte de la corteza visual que corresponde al punto ciego se encuentra activa durante el proceso de relleno, aunque no recibe ninguna información de la retina».

Sin embargo, puesto que cada punto de la corteza visual se activa por medio de las fibras nerviosas, faltaba por aclarar de dónde proceden los impulsos nerviosos que activan las zonas correspondientes al punto ciego. Los científicos del *Human Frontier Science Program* procedieron entonces a analizar la actividad eléctrica de cientos de células nerviosas (neuronas) de ésta y de otras zonas del cerebro, y encontraron la respuesta: «La información visual que sale de la retina», aclara Komatsu, «primero llega a la parte intermedia de la corteza visual, que se compone de diversas capas superpuestas de neuronas. Cada neurona de la capa intermedia envía a su vez la información recibida a las neuronas de la capa inmediatamente superior e inferior, que a su vez vuelven a mandarla hacia atrás, en un proceso de control cruzado para que no se pierda ninguna información. Es decir, cada neurona que recibe información visual la comparte con otras muchas neuronas. De este modo, aquellas que se corresponden con el punto ciego reciben las mismas informaciones de sus células vecinas, lo que facilita la labor de la corteza visual para completar la imagen, rellenando el hueco que falta con las informaciones recibidas por la zona situada alrededor del agujero».

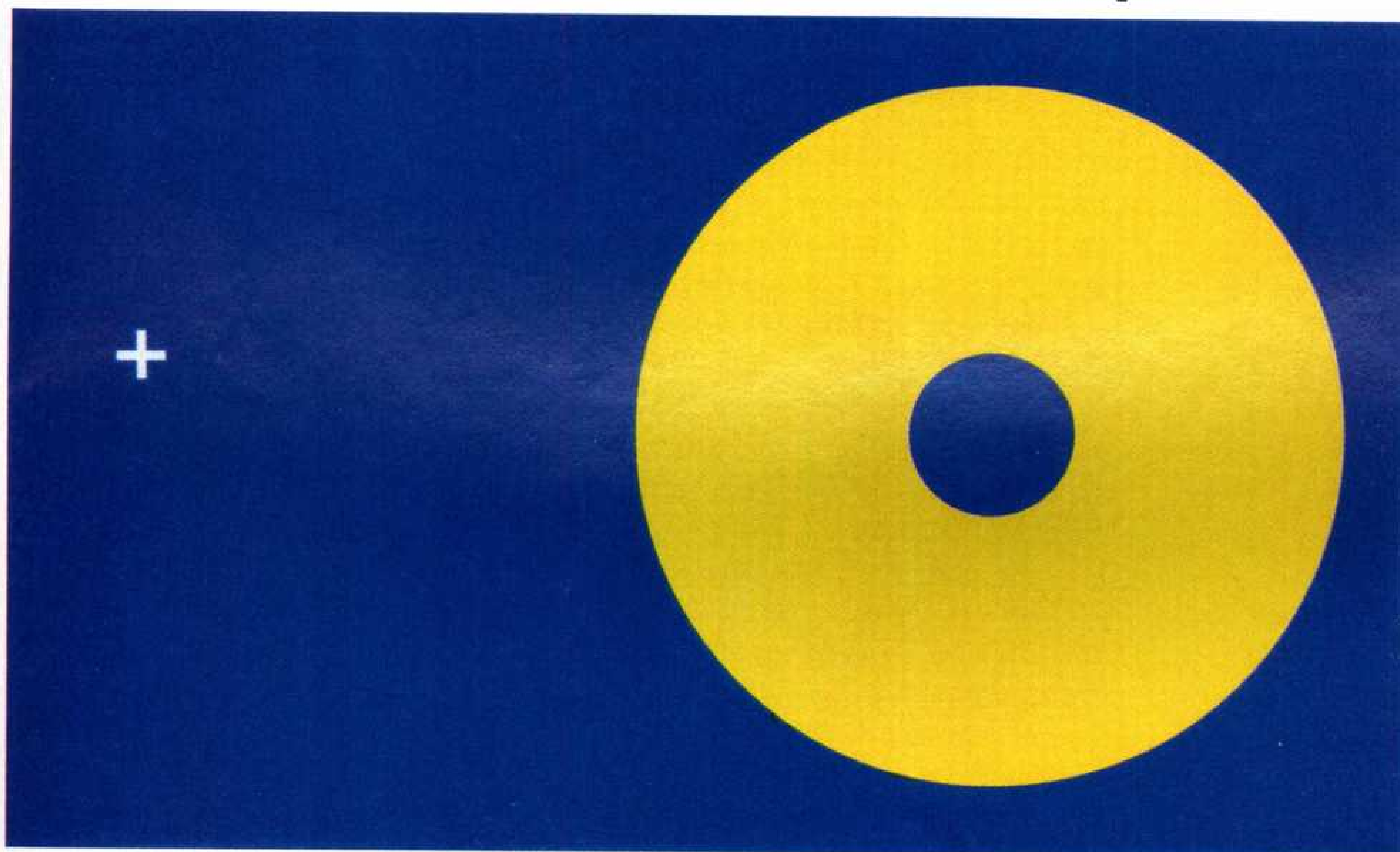
Aunque la percepción visual es imperfecta, el cerebro la restaura



CIENTÍFICOS UNIDOS
El japonés Hidehiko Komatsu (en la foto) ha analizado, junto a los científicos del proyecto *Human Frontier*, cómo cubre el cerebro los puntos ciegos.

La prueba del punto ciego

Observando la cruz, el disco azul desaparece



• **Esta prueba** permite comprobar que todos tenemos, en cada ojo, un punto ciego en nuestro campo visual. Para ello, debe colocarse la imagen a unos 40 cm. de la cara, cerrar el ojo izquierdo y observar la cruz con el derecho. Después, debe acercarse lentamente la imagen hacia el ojo, hasta que el disco azul desaparezca del centro del disco amarillo y sea sustituido por la superficie amarilla. En ese punto, el disco azul se encuentra justamente frente al punto ciego, por lo que es invisible. El cerebro sustituye esta zona con el campo amarillo que lo rodea, mediante el *filling in*, un proceso de relleno espontáneo que activan las neuronas.

▶ Copia de seguridad

Este proceso puede comprobarse rápidamente en el caso de los puntos ciegos provocados por lesiones, como las quemaduras producidas por rayos solares. «Cuando surge un nuevo punto ciego», sostiene el científico japonés, «el cerebro sólo tarda dos días en cubrirlo, como si se tratara de un proceso natural».

La investigación sobre este fenómeno no sólo servirá para tratar mejor las lesiones oculares, sino que, como profetizan los responsables del proyecto *Human Frontier*, supone un nuevo avance en el conocimiento de los mecanismos generales de percepción del cerebro. De hecho, parece ser que, en otras actividades sensoriales, cada información se elabora también mediante controles cruzados y duplicación de datos. En otras palabras, el cerebro utiliza un sistema de *copia de seguridad* (como ocurre con los ordenadores) para todo lo que percibe el hombre a través del ojo.



LICÁNTROPO DIGITAL. Por obra y gracia del técnico de efectos especiales Joachim Gruninger llega a las pantallas españolas el primer hombre lobo digital, íntegramente creado por ordenador, en el filme *Un hombre lobo americano en París.*

SECCIÓN COORDINADA POR ALBERTO LUCHINI

Peligro: se acercan asteroides

Parece como si la industria norteamericana dispusiera de una bola de cristal capaz de predecir el futuro con suma precisión; de otro modo no se explica la habilidad para anticiparse a la actualidad de que hacen gala en los últimos tiempos. Porque si *La cortina de humo* (Barry Levinson) se adelantó a los escándalos sexuales de Bill Clinton y la crisis de Irán, *Deep Impact,* la más reciente producción de la nueva factoría de Steven Spielberg, Dream Works,





aborda un tema de candente actualidad, tras el estudio científico hecho público hace algunas semanas: las terribles consecuencias (entre las que se incluye una nueva glaciación) que se derivarían de la colisión de un cometa con la Tierra. Pero el filme no se detiene ahí y explica los pasos a seguir para evitar la magna catástrofe: destruir o, al menos, desviar, el curso del cuerpo celeste mediante la colocación de potentes cargas explosivas en su superficie. Dirige Mimi Leder, responsable de la también catastrofista *El pacificador.*

¿Quién era?... Harry Harryhausen?

Cuando todavía no existían sofisticados ordenadores, los efectos especiales eran cuestión de paciencia y talento, mucho talento. Y en este campo sobresalió el gran Harry Harryhausen que, con sus maquetas artesanales, consiguió crear algunas de las criaturas más espeluznantes de la historia del cine (como la Hydra multicéfala de *Jasón y los argonautas* o el pulpo gigante de *20.000 leguas de viaje submarino)* que varias décadas después conservan el mismo magnetismo que en el m omento de su estreno. ¿Sucederá lo mismo con los espectaculares trucos de *Titanic*?

El cine del futuro llega a Madrid



A partir del mes de octubre, Madrid figurará en el Libro Guinness de los Récords como la capital que alberga el mayor complejo cinematográfico del mundo: Kinépolis-Madrid, ubicado en la futurista y *bladerunneriana* Ciudad de la Imagen. Sus 25 pantallas, con un aforo total disponible de 9.222 butacas, le permitirán arrebatar este título honorífico a su anterior poseedora, Amberes, cuyo Metrópolis (propiedad del mismo grupo Kinépolis) *sólo* dispone de 24 salas que dan cabida a 8.690 espectadores. Los responsables del montaje, que han invertido más de 5.500 millones de pesetas, han decidido equiparlo con las más modernas innovaciones técnicas, entre las que se incluyen butacas ergonómicas de 65 centímetros de ancho y doble brazo; pantallas con un tamaño que, en función de la capacidad de cada sala, oscila entre los 90 y los 300 metros cuadrados; sonido digital y, lo más importante (al menos para los amantes del cine como espectáculo), varios proyectores de 70 mm (en el caso de que la distribuidora no les facilitara copias en este formato, anuncian que las tirarán ellos mismos). Esto permitirá a los madrileños equipararse con los norteamericanos a la hora de disfrutar de superproducciones como *Titanic* o la *Trilogía de las Galaxias*, que en España sólo han podido ser vistas en 35 mm.

El avión más caro es invisible

▸ **Cuesta 321.000 millones de pesetas, es invisible y, en menos de cinco minutos, podría convertir la ciudad de Madrid en una inmensa escombrera**

POR JUAN PONS Y Mª JESÚS ARANZANA

Su diseño revolucionario en forma de boomerang o ala volante le permite burlar los radares enemigos. Para ello, el superbombardero B-2 va revestido con varias capas de materiales absorbentes inmunes a los sistemas de defensa aérea más avanzados. Es lo que se conoce como tecnología *stealth* o furtiva (indetectable) que permite a este bombardero estratégico penetrar en el espacio aéreo de cualquier nación sin ser descubierto. Los bombarderos B-2 son la gran baza de Bill Clinton en caso de que los Estados Unidos tengan que llevar a cabo una acción de fuerza sobre Irak. Éste es el motivo por el que dos de estos aparatos han sido desplegados hace escasas semanas en la base aérea de Andersen, en la isla de Guam. En su bodega, caben 40 toneladas de armas, desde bombas convencionales, incendiarias, inteligentes o misiles crucero hasta 16 ingenios nucleares B-83. Como ha llegado a afirmar Norm Dicks, senador demócrata por Washington, «si en 1990 hubiésemos tenido 30 o 40 bombarderos B-2, Sadam Hussein nunca habría invadido Kuwait».
Avión de gran radio de acción, el B-2 puede volar sin repostar

continúa en pág. 120

El poder del bombardero B-2



Dimensiones
- Envergadura: 52,43 m.
- Longitud: 21,03 m.
- Altura: 5,18 m.



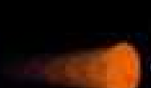
Armamento
- a 16 misiles crucero AGM-131 SRAM II, AGM-129 ACM o AGM-137 TSSAM
- b 16 bombas nucleares B83 o B61
- c 80 bombas Mk.82 de 500 kilos
- d Minas Mk.36 de 500 kilos
- e Bombas incendiarias M117 de 340 kilos



Coste por avión
321.300 mill. de pesetas



Un solo B-2 "Spirit", cuesta lo mismo que 13 aparatos Boeing 747 "Jumbo"



Prestaciones
- Velocidad máxima: 800 km/h.
- Techo práctico: 15.000 m.
- Radio de acción (sin repostar): 8.150 km.
- Radio de acción (con repostaje en vuelo): 18.520 km.
- Motores: 4 Turborreactores General Electric F118-GE-110



Masas
- Masa en vacío: 50.000 kilos
- Masa máxima al despegue: 170.500 kilos

Timón de cola

Bombas nucleares

Borde térmico

Toberas

Sistema hidráulico de los alerones

Turborreactores

Antena de alerta de radar

Antena del sistema de navegación

Antena de contramedidas

Nervios de revestimiento

Nervios de la estructura

Estructura principal

Nervios del borde de ataque

Tren de aterrizaje trasero

Grupo auxiliar de potencia

Las ondas de radar son absorbidas por el aparato gracias a los materiales que lo recubren y a sus bordes en forma de sierra, lo que le hacen prácticamente invisible

desde Estados Unidos hasta el golfo Pérsico, a una altura superior a los 15.000 metros –similar a la de los aviones espía U-2– y alcanzar una velocidad cercana a los 800 kilómetros por hora gracias a sus cuatro turborreactores F-118 GE-110, que no generan humos. Fabricados por General Electric, las tomas de aire y de escape de gases de los motores están emplazadas encima de las alas –algo fuera de lo normal– gracias a lo cual consigue minimizar la señal del radar y la emisión infrarroja de las plantas propulsoras.

Pero el verdadero cerebro del Spirit es su radar AN/APG-181. Diseñado y fabricado por Hughes, este radar puede realizar simultáneamente 19 funciones diferentes, desde llevar automáticamente el avión a un objetivo prefijado hasta localizar y designar multitud de blancos. Tiene la particularidad de absorber toda radiación que le llega, así como la de emitir en una banda de frecuencias muy débil, con lo que logra permanecer invisible a las emisiones de todos los radares conocidos.



No del todo perfecto

Desde que en 1981 la compañía Northrop consiguió el contrato para desarrollar el primer bombardero invisible a los radares, el programa B-2 entró en una espiral ascendente de costes que el Pentágono revisó a la baja, tras finalizar la guerra fría. De los 132 aparatos inicialmente previstos, el Congreso rebajó la cifra en un primer momento a 75 (1991) para, dejarla en 20 al año siguiente. Pero por fin el B-2 hace realidad el sueño de ingenieros como Jack Northrop y Walter Horten, quienes en los años 40 concibieron lo que entonces fue calificado como una extravagancia. Los años 50 vieron volar alas volantes experimentales como el monoplaza N-9M y el cuatrimotor XB-35, que no pasaron de ser meros prototipos y hoy la extravagancia de antaño es ya una realidad, aunque muy cara.

Para Ralph Crosby, director del programa B-2 en Northrop-Grumman, la compañía fabricante del ala volante, «los ensayos demuestran las buenas características del aparato y la perfecta integración de los materiales absorbentes, el radar y los equipos de navegación». Pero la Fuerza Aérea norteamericana (USAF) no ha llegado a las mismas conclusiones y ha identificado 60 deficiencias técnicas que tienen un impacto importante sobre la capacidad operativa del bombardero. La más destacada de ellas es la falta de invisibilidad total –especialmente frente al radar– puesta en evidencia en múltiples ocasiones, lo que ha llevado a prolongar los ensayos en vuelo de 3.600 a 4.000 horas y a dedicar 32 meses adicionales a resolver este problema.

La USAF ha comprobado que parte de los materiales que absorben la señal radar –más

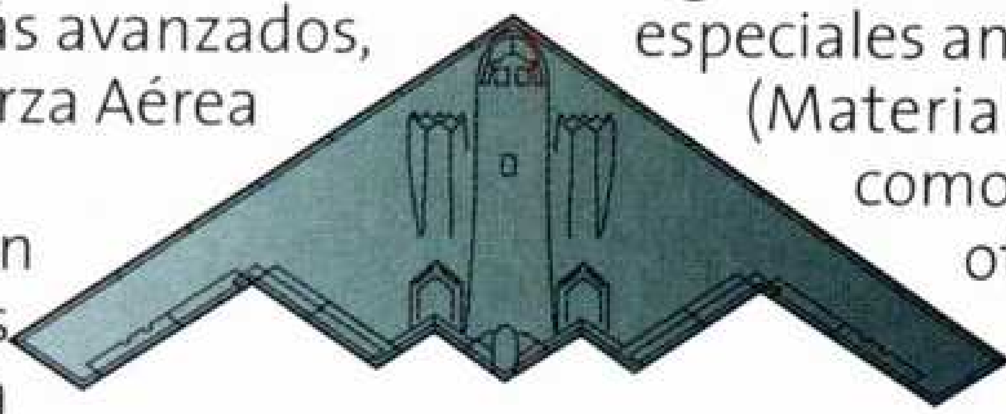
continúa en pág. 122 →

Cómo hacerse invisible



La imagen de un objeto móvil en la pantalla de un radar no es necesariamente proporcional a su tamaño, por lo que se hace necesario recurrir al concepto de superficie equivalente radar o RCS para conocer cuál es la *mancha* que cada avión presenta en la pantalla de un radar. Ese dato, en el caso de los aviones de combate más avanzados, es un secreto que cada Fuerza Aérea guarda celosamente.

¿Como se logra que un avión sea invisible al radar? Dos son los requisitos básicos: la forma del avión y los materiales que lo recubren. Se sabe que determinadas partes de un avión actúan como multiplicadores de su RCS, como por ejemplo las cargas externas, los depósitos exteriores de combustible, el timón de cola y los planos de deriva. Por eso el B-2 lleva todo su armamento en bodegas interiores y prescinde de la deriva y del timón. Para hacer invisible un blanco en movimiento, éste debe dispersar la energía radar reflejada y absorber parte de la energía recibida mediante recubrimientos especiales anecoicos denominados RAM (Materiales Absorbentes al Radar), como la resina epoxi de grafito y otros altamente secretos. El resultado es que la señal que retorna al radar es tan débil que se especula que la imagen de un avión *stealth* en la pantalla de un radar podría ser del orden de una diezmillonésima parte de la que ofrece un caza español del tipo F-18, es decir, prácticamente nula.



conocidos por las siglas RAM– y que envuelven las superficies del fuselaje del Spirit necesitan ser repuestos con más frecuencia de la prevista. Un reciente informe del GAO, el equivalente norteamericano del Tribunal de Cuentas español, revela que las condiciones de clandestinidad de los B-2 se han mostrado muy vulnerables a la humedad y a las condiciones climáticas adversas y que, después de cada vuelo, ciertas piezas y revestimientos RAM han perdido sus propiedades.

▶ Muy caros de mantener

La reparación de estos equipos supone un trabajo adicional de entre 30 y 80 horas por cada hora de vuelo, lo que eleva el mantenimiento a un total de 124 horas de trabajo por cada hora de vuelo, cifra que contrasta con las 60 previstas. Una solución que plantean los técnicos es dotar al avión de revestimientos climáticos que protejan a los más costosos materiales RAM.

Los problemas surgidos se unen a la polémica por el excesivo costo del programa. No solamente el precio de cada aparato casi se ha duplicado –de 1.400 millones de dólares, en 1991, a la astronómica cifra de 2.100, en 1997– sino que los militares son conscientes de que tendrán que gastar el doble de lo previsto en labores rutinarias de mantenimiento. Sin embargo, las palabras del senador republicano Storm Thurmond reflejan la opinión de la mayoría de sus conciudadanos. Para Thurmond «los norteamericanos ya sabemos que el precio de la libertad no es barato y los Estados Unidos deben estar preparados para pagar por su seguridad». «Sin duda», concluye Thurmond, «el B-2 es el mejor seguro político que podemos tener para hacer frente a futuras contingencias».

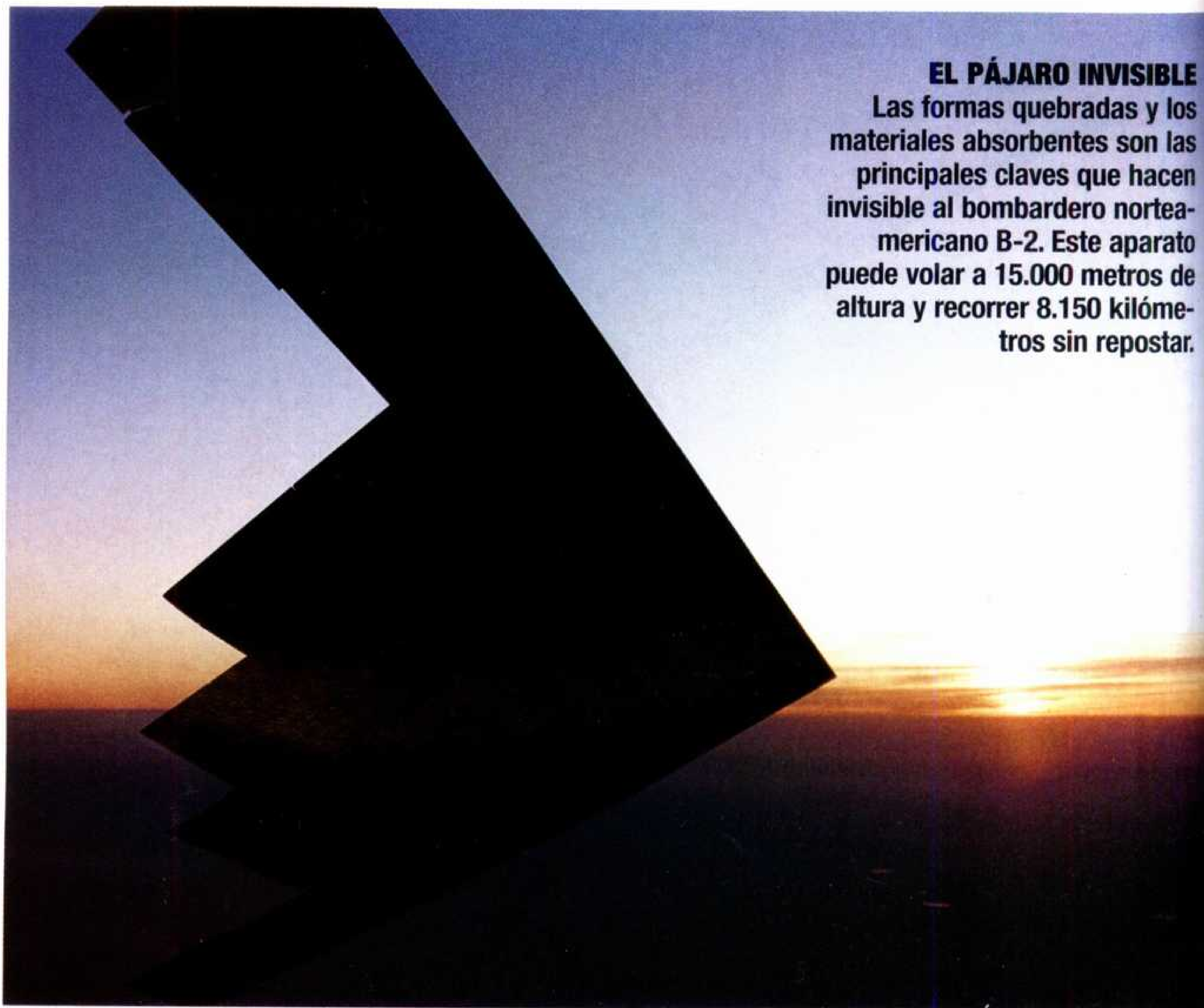
▶ Pilotos de elite

A todos los candidatos se les exige poseer un mínimo de tres años de experiencia de vuelo en bombarderos B-52 o B-1B o en aviones de combate tipo F-15, F-16 y F-117. En la fase de selección, los aspirantes se ven sometidos a centenares de horas de vuelo en simuladores para aprender el manejo de los sofisticados equipos de a bordo, las características y los procedimientos de vuelo y sólo tienen oportunidad de coger los mandos del B-2 cuando el propio general Marcotte elige a los más idóneos. Para el comandante Jim Smithers, uno de los oficiales estadounidenses más veteranos, «pilotar un B-2 es tan simple que no requiere ninguna técnica especial».

Los 20 Spirit estacionados en la base aérea de Whiteman se encuentran en distintos niveles de operatividad. Unos están en el denominado *block 10*, situación en la que pueden lanzar bombas nucleares B83 y convencionales de 500 kilos. Otros se hallan en *block 20*, con sistema de localización de objetivos por satélite o GATS, y capaces de disparar los misiles de ataque más avanzados del arsenal norteamericano, los JDAM.

Una plataforma *stealth*, como es el caso del B-2, es el resultado de muchos años de investigación avanzada. Se trata del esfuerzo coordinado de varias decenas de equipos multidisciplinares formados por centenares de ingenieros y técnicos altamente cualificados en cinco disciplinas básicas: radar, infrarrojos, visión, acústica y humos. El objetivo final es eliminar del avión cualquier rastro que permita su detección, seguimiento y destrucción. El enemigo número uno del avión furtivo es el radar, el sensor capaz de detectar un blanco a mayor distancia. Por ello, la tecnología *stealth* busca, ante todo, eludir su acción.

Capaz de efectuar misiones de más de 15 horas ininterrumpidas de vuelo y adecuado para cumplir tareas de muy alto riesgo, el B-2 se convertirá, con la llegada del próximo siglo, en la pieza clave del dispositivo de intervención rápida del Gobierno norteamericano.



EL PÁJARO INVISIBLE Las formas quebradas y los materiales absorbentes son las principales claves que hacen invisible al bombardero norteamericano B-2. Este aparato puede volar a 15.000 metros de altura y recorrer 8.150 kilómetros sin repostar.

El B-2 está fabricado con materiales ultrasecretos

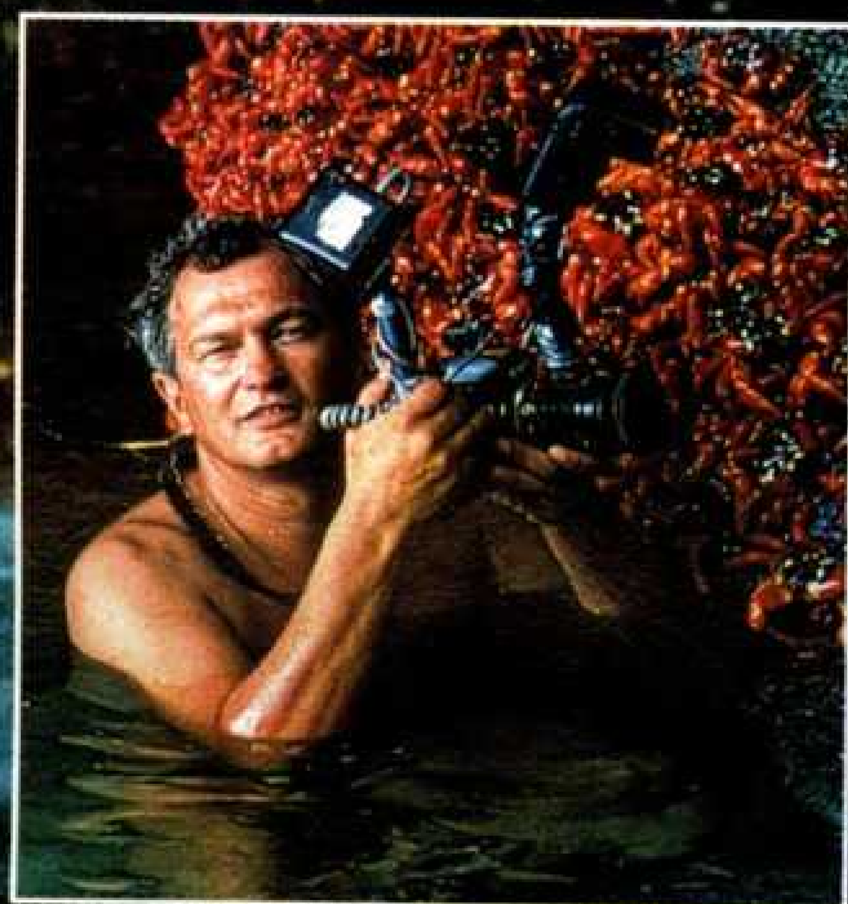


El ejército de los cangrejos rojos

Durante dos meses al año en la isla de Christmas, situada entre Australia y Java, decenas de millones de cangrejos rojos salen de la selva e invaden carreteras y casas con el objetivo de alcanzar la playa para reproducirse. Un impresionante espectáculo, al que los habitantes del lugar ya se han acostumbrado

POR ANNA MARIA COVELLI

Son alrededor de 120 millones. Un ejército desfilando. Una marcha escarlata que, durante el periodo de reproducción, ocupa toda la superficie de la pequeña isla volcánica de Christmas, que emerge en el océano Índico, entre Australia y Java. Son los *Red crabs*, los cangrejos rojos, o los *Gecarcoidea natalis*, por llamarlos por su nombre científico.



Pertenecientes a la familia de los *Gecarcinidae*, estos animales viven en tierra firme y su caparazón mide 11,5 centímetros de ancho.

Las larvas de los cangrejos de tierra se desarrollan en el mar y los de esta especie no son una excepción. Lo único que les diferencia de sus familiares, que pueblan muchos de los territorios bañados por los océanos Índico y Pacífico, es que los cangrejos rojos viven exclusivamente en la isla de Christmas, sin que se haya descubierto un motivo convincente para tal predilección.

continúa en pág. 126



EL SOLDADO ESCARLATA
El cangrejo rojo de la isla de Christmas es un crustáceo de discretas dimensiones (su coraza mide alrededor de 11'5 centímetros de ancho). Los primeros momentos de su vida los pasa cerca del mar, y después, cuando su proceso de desarrollo se completa, vive en cuevas que excava en la vegetación de la selva. A la izquierda, Jean-Paul Ferrero, el fotógrafo autor de este reportaje.

Otros tipos de cangrejos terrestres comparten esta isla con los *reds crabs*. El cangrejo del cocotero, semejantes a los ejemplares de la misma especie que viven en las islas del archipiélago Ryukyu en Japón y en la Micronesia, se halla muy extendido pero con una diferencia considerable: en esta isla mágica su color habitual entre rosáceo y marrón se ha tornado en la tonalidad gris azulada del agua del mar.

▶ El reclamo de la especie

Pero, regresemos a los cangrejos rojos. Durante la estación seca viven bajo tierra en el corazón de la selva ecuatorial –en la zona alta de la isla– pero en noviembre, con el inicio de la estación de las lluvias, sienten la llamada del *amor*, abandonan la selva y avanzan en dirección al mar, como si una necesidad imperiosa los empujara.

En Christmas todo el mundo sabe que no se puede luchar para frenar al batallón de los cangrejos rojos: ni los muros, ni las montañas, ni los hombres sirven como obstáculo. Sobre la carretera, el caos es total. Se cuelan por todas partes, incluso en las casas y en las aulas escolares.

Viejos y jóvenes, machos y hembras, inician una migración absolutamente única en su género, y asombrosa para quienes observan por primera vez este sorprendente fenómeno. Descendiendo por las colinas, son miles los cangrejos que, agotados bajo el calor insoportable que asciende de la superficie de la carretera, mueren arrollados por los automóviles. Pero, a pesar de esta gran masacre, una mayoría se salva y continúa la marcha.

Desde la selva hasta las costas el desnivel es de unos 200 metros, los cangrejos tardan cerca de una decena de días en completar el trayecto que los separa del mar. Los machos llegan los primeros a su destino y recobran las fuerzas perdidas durante el viaje, recuperando líquidos y sales minerales. Una vez repuestos, comienzan a excavar agujeros en las proximidades del mar, y esperan la llegada de las hembras. Los cangrejos se sirven de las patas que utilizan para caminar como herramientas, mientras que el fango que también utilizan para construir sus *madrigueras*, lo sacan del agujero con las pinzas de sus patas anteriores. Las pequeñas cue-

o—continúa en pág. 129 →



LA CASA OCULTA
A la izquierda, dos cangrejos rojos salen de su agujero para dirigirse a la playa. La cueva tiene una anchura de 15 centímetros a un metro, y una profundidad entre 10 y 35 centímetros.



Luchas, emparejamientos y nacimientos en una familia numerosa



• **Los machos** de la especie excavan agujeros cerca de la playa y esperan la llegada de las hembras para emparejarse. A menudo se pelean entre ellos, algo que en la selva es muy raro, para ofrecer el mejor *alojamiento* a su pareja. Los combates, bastante violentos, pueden durar incluso diez minutos.



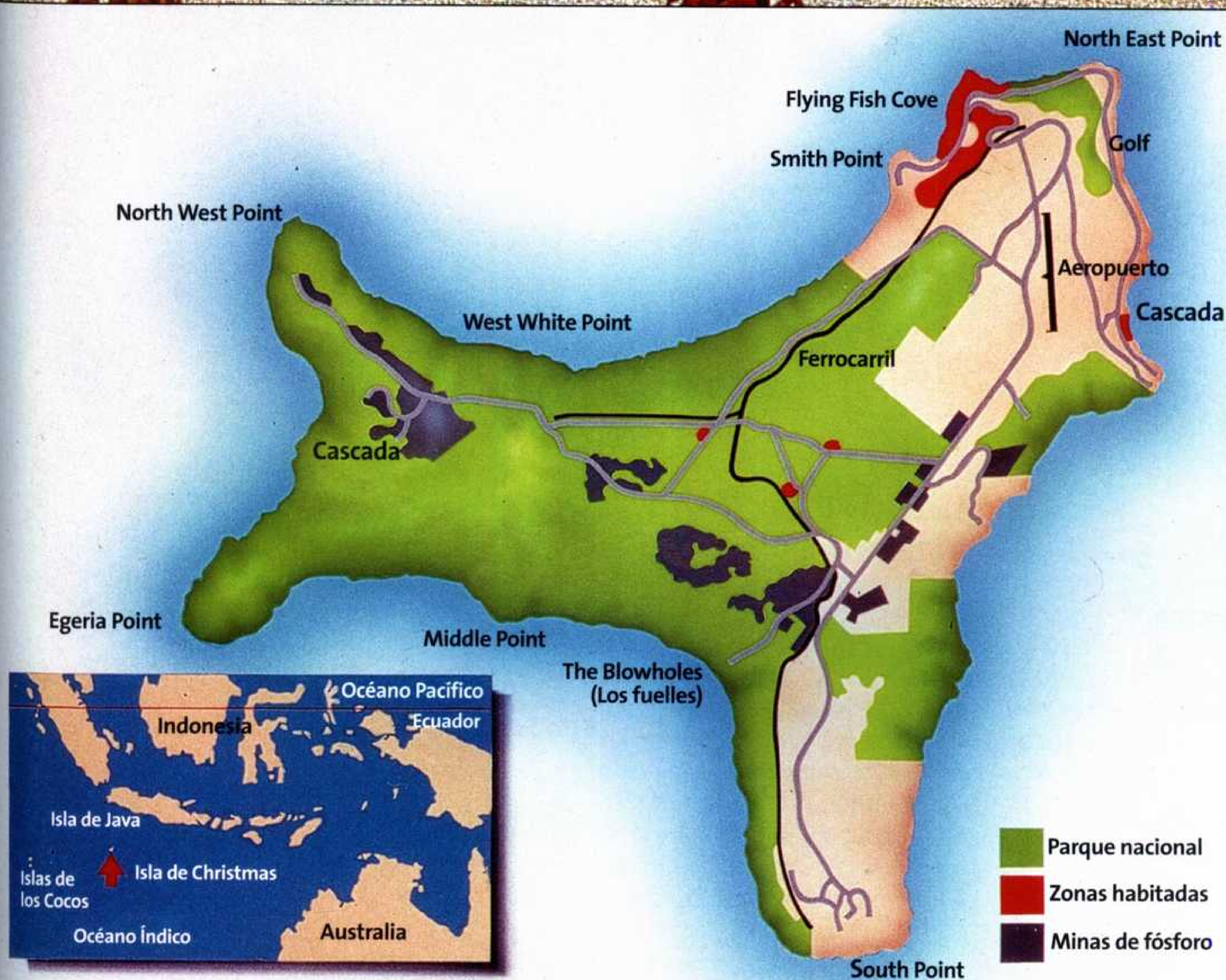
• **El apareamiento** se consuma en el interior de la madriguera, pero algunas veces puede ocurrir en el exterior. Finalizado este rito natural, los machos regresan a la selva en espera de la próxima migración. Las hembras permanecen en la playa hasta el momento en que ponen los huevos.



• **Cada hembra** produce aproximadamente 100.000, huevos que lleva en el abdomen hasta el momento de la eclosión, que se realiza al contacto con el agua en las noches de marea alta. Antes de que las hembras regresen a la selva ecuatorial, pasan por lo menos 5 ó 6 noches.



• **Las larvas** *zoea*, que representan la primera estapa de desarrollo tras el nacimiento, alrededor de 25 días después de la eclosión, cambian de caparazón varias veces y crecen hasta convertirse en larvas *megálopa*, para en pocos días adquirir el aspecto de cangrejos jóvenes.



HAY 48.000 POR CADA HABITANTE
Arriba, los cangrejos rojos en su viaje hacia el mar; a la derecha, el mapa pequeño muestra la posición geográfica de la isla de Christmas, a 360 kilómetros al sur de la isla de Java, en el océano Índico. Su superficie es de 137 kilómetros cuadrados, y su población, de aproximadamente 2.500 habitantes. Como se aprecia por el color verde en el mapa grande, la isla está casi cubierta completamente por la selva.

LLEGAN DESDE TODAS PARTES
Con la marea alta, las hembras de los cangrejos rojos se dirigen al mar para poner los huevos; en los escollos se apiñan los ejemplares –en un metro cuadrado se pueden contar hasta 100–, mientras que los huevos se abren apenas entran en contacto con el agua.

vas tienen una anchura comprendida entre los 15 centímetros y un metro, y su profundidad varía desde los 10 a los 35 centímetros. La densidad de población oscila entre uno y dos ejemplares por metro cuadrado.

Amores y luchas

Cuando las hembras alcanzan la playa, los machos las conducen hasta sus agujeros recién excavados y se produce el apareamiento que dura media hora. Frecuentemente varios machos se disputan una misma hembra con luchas, que duran más de diez minutos, si los contrincantes son de las mismas dimensiones. Estos combates se intensifican en las cercanías de la playa, y son muy raros en la selva.

Después del acoplamiento, los machos retoman el viaje de regreso a la selva, donde permanecerán hasta la próxima migración. Las hembras permanecen en la playa diez días más. Tres días después de la cópula, cada ejemplar produce alrededor de 100.000 huevos, que llevarán en el abdomen hasta el momento de la deposición. Cuando llega la luna llena, y con ella la marea alta, las hembras de cangrejo se reúnen en la playa y sueltan los huevos, que al contacto con el agua eclosionan instantáneamente.

Hay zonas en la playa donde se hacinan 100 hembras por metro cuadrado, las rocas y escolleras se tiñen de rojo. Antes de que la isla recobre su normalidad, trascurrirán por los menos cinco o seis noches; cuando las hembras. Después de la puesta, las hembras regresarán también al interior de la isla.

Las larvas, que en la fase siguiente a su nacimiento viven flotando en el agua, tienen la cabeza y el tórax grande, y se parecen a las gambas. Después de un cierto tiempo, adquieren un aspecto más parecido al de los cangrejos, aunque se desconoce cómo se produce este cambio.

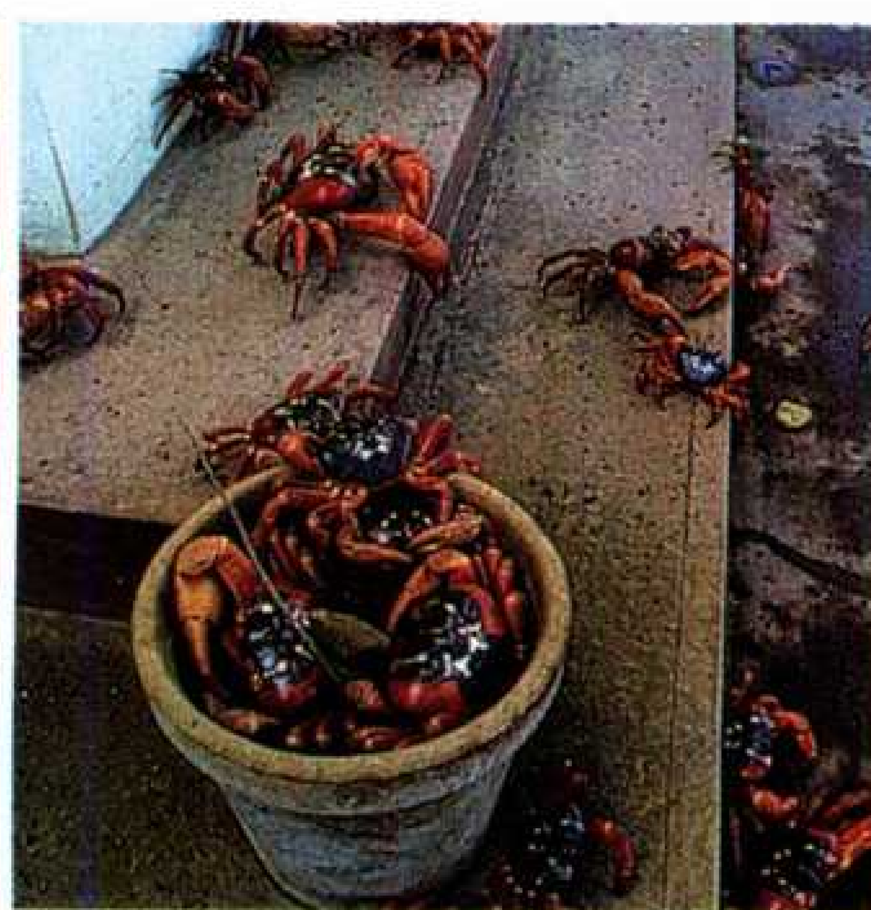
Aproximadamente 25 días después de la eclosión de los huevos, los jóvenes cangrejos, que ya han finalizado su proceso de transformación, comienzan un viaje en dirección a la selva. La isla se cubre nuevamente con un enorme manto rojo.

La existencia de los cangrejos rojos –aproximadamente una tonelada por hectárea– es fundamental para la conservación del equilibrio ecológico de la isla. Se alimentan de sus semejantes atropellados por los automóviles durante la migración y, sobre todo, de hojas muertas. Además, sus cuevas, excavadas entre las raíces de los arboles, permiten que el suelo se oxigene. Si para los habitantes de la isla de Christmas los cangrejos representan, una vez al año, un fastidio inevitable, para los árboles de la selva húmeda, constituyen, por el contrario, una verdadera bendición del cielo.



UNA INVASIÓN PACÍFICA
La marcha de los cangrejos rojos se extiende por toda la isla. Se les encuentra en los campos de golf, en la comisaría, en las macetas... Los habitantes de Christmas se han acostumbrado a la visita y, durante dos meses al año, viven al ritmo de esta colorista migración.



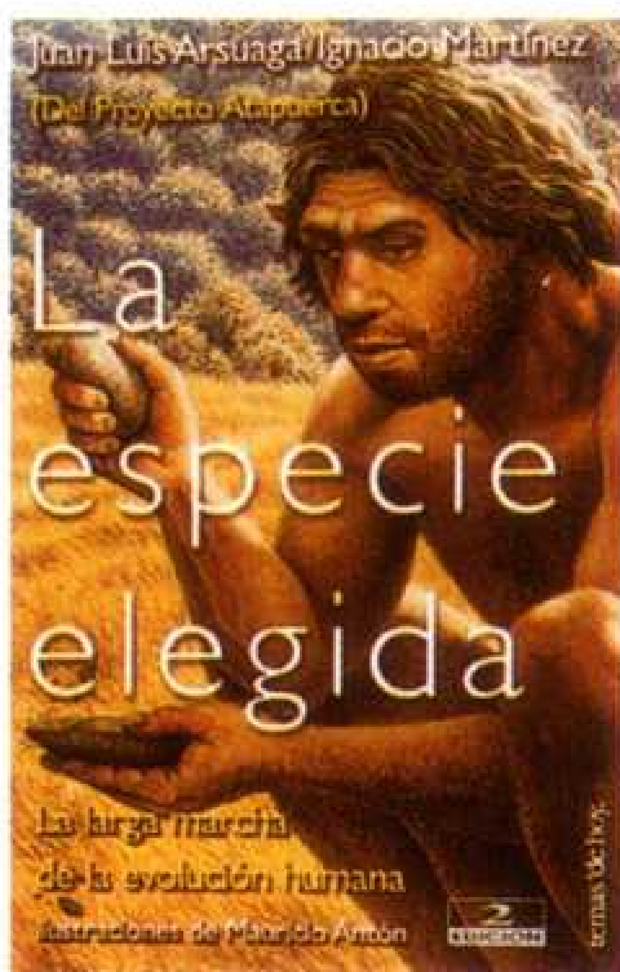


Cómo llegar

Unas vacaciones muy peculiares

• ¿Desean explorar la isla de los cangrejos rojos? Nuestro primer destino debe ser Singapur. Desde Madrid hay vuelo con las Singapore Airlines todos los martes y sábados con salida a las 10,50 de la mañana y llegada a las 8 de la mañana del día siguiente. El precio ida y vuelta es de 128.500 pesetas, con obligatoriedad de estancia de siete días como mínimo . Otra opción es viajar vía Roma en las líneas aéreas Quantas con salida todos los jueves. En Singapur conviene detenerse un par de días, por ejemplo en el hotel Meliá Art Scott, de primera categoría. Desde allí, parten vuelos diarios a las islas Christmas con una duración de dos horas. Una vez en su destino, usted se puede alojar en el Christmas Island Resort, el mejor hotel de las islas. El precio por persona incluyendo el vuelo de ida y vuelta Madrid-Roma-Singapur-Isla de Christmas ronda las 400.000 pesetas. En la isla de Christmas se pueden realizar excursiones (se contratan allí mismo), con exploración de la selva, observación de la migración de los cangrejos, submarinismo con posibilidad de encontrarse con el gigantesco tiburón ballena desde noviembre a marzo... La migración de los cangrejos comienza en el mes de noviembre y se prolonga durante dos meses.

LA TERCERA REVOLUCIÓN VERDE. Una detallada y completa descripción de las nuevas plantas que se desarrollan en los laboratorios españoles, gracias a la aplicación de las técnicas de ingeniería genética. (Ed. Debate)



Preguntas en torno al ser humano

Son numerosas las preguntas que se hacen los paleontólogos y los antropólogos. ¿Desde cuándo hablan los seres humanos? ¿es el hombre *la especie elegida*, la consecuencia de la larga marcha de la evolución? o ¿qué fue antes, un bípedo o un ser inteligente? Por otra parte, ¿es nuestro cerebro el mayor entre los homínidos? El trabajo de los autores de este libro, paleontólogos de la Universidad Complutense de Madrid, sigue el rastro de nuestros antepasados hasta dar con las huellas del *Homo antecesor*, descubierto recientemente en Atapuerca (Burgos), y que, según estos investigadores, es el antepasado común de nuestra especie: los hombres Neandertal.

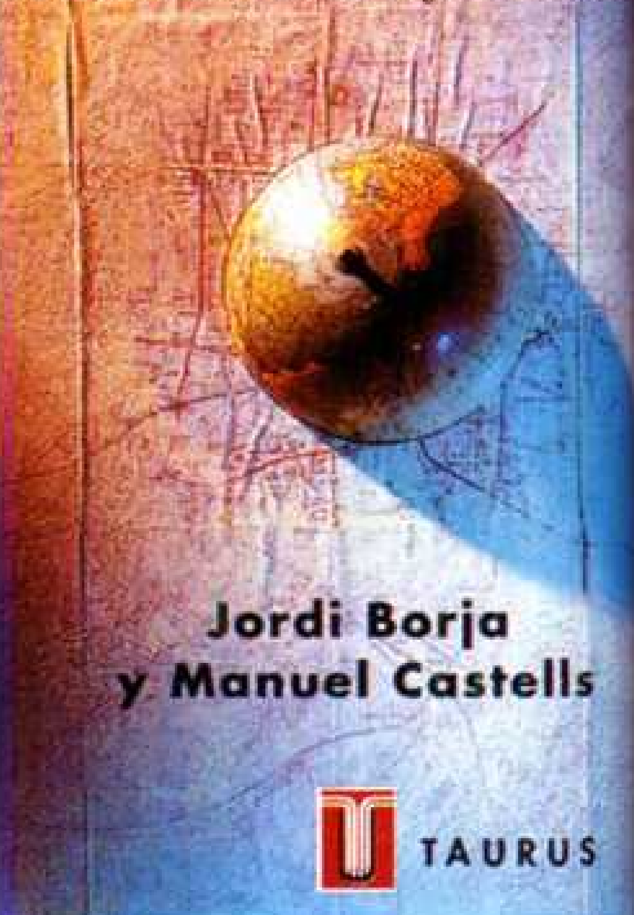
José Luis Arsuaga e Ignacio Martínez
La especie elegida
Temas de hoy
2.500 pesetas

La 'bomba' demográfica y el futuro de la Humanidad

Se estima que la población mundial ronda los 6.000 millones. Hace dos siglos, era seis veces menor, y al comienzo de nuestra era, 10 veces menor. Ahora basta con un año para que el número de seres humanos aumente tanto como lo hizo durante la totalidad del primer milenio d.C. A este ritmo, 1.000 millones de nuevos individuos se sumarán a la población de la Tierra en los próximos 10 años. ¿Qué pasará entonces? ¿Se colapsarán las urbes? ¿Habrá comida para todos? ¿Cambiarán las costumbres? ¿Qué nos depara el futuro?



Pierre-Jean Thumerelle
Las poblaciones del mundo
Cátedra
2.800 pesetas



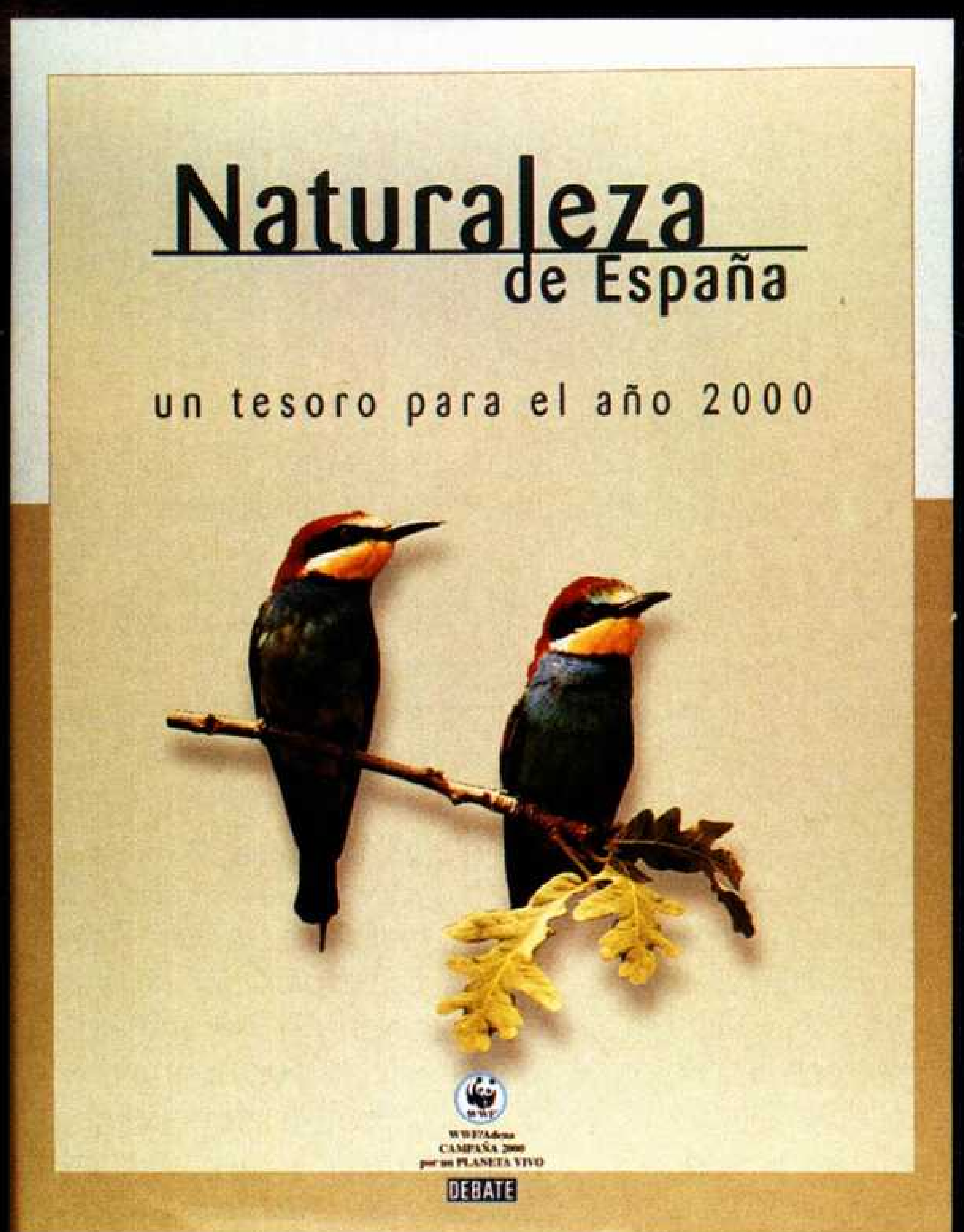
Las grandes ciudades del siglo XXI

Que la Humanidad se encamina hacia un mundo de urbanización generalizada es algo que ya nadie discute. Como consecuencia de este fenómeno, y del impacto de las nuevas tecnologías de la información, los autores de este libro pronostican que la sociedad entrará en un acelerado proceso de transformación del que nacerán nuevas relaciones sociales a distancia, ya sea en las áreas metropolitanas (tele-trabajo, tele-compra, tele-diversión), entre las regiones o entre los continentes.

Jordi Borja y Manuel Castells
Local y global
Taurus
2.975 pesetas

Historia de un paraíso

Es éste uno de los libros más interesantes que cualquier aficionado a la naturaleza puede disfrutar. Sus protagonistas son el lince ibérico, el oso pardo, el lobo, el águila imperial, el camaleón..., especies de un valor incalculable que corren el riesgo de desaparecer para siempre de nuestro patrimonio natural. De ahí que se haya querido identificar a la naturaleza con un tesoro, porque lo es. Por este motivo, después de una breve introducción acerca de su significado, este libro pasa a describir, en su primera parte, los principales ecosistemas españoles: alta montaña, estepas, páramos, mares e islas. Algunos expertos estiman que, a lo largo de los 3.500 millones de años de evolución de la vida en la Tierra, han debido pasar por la misma unos 500 millones de especies diferentes. Por eso esta obra tampoco olvida que los espacios protegidos han sido y son las fortalezas donde la vida salvaje ha conseguido defenderse de las amenazas del progreso, la sinrazón y los problemas medioambientales.

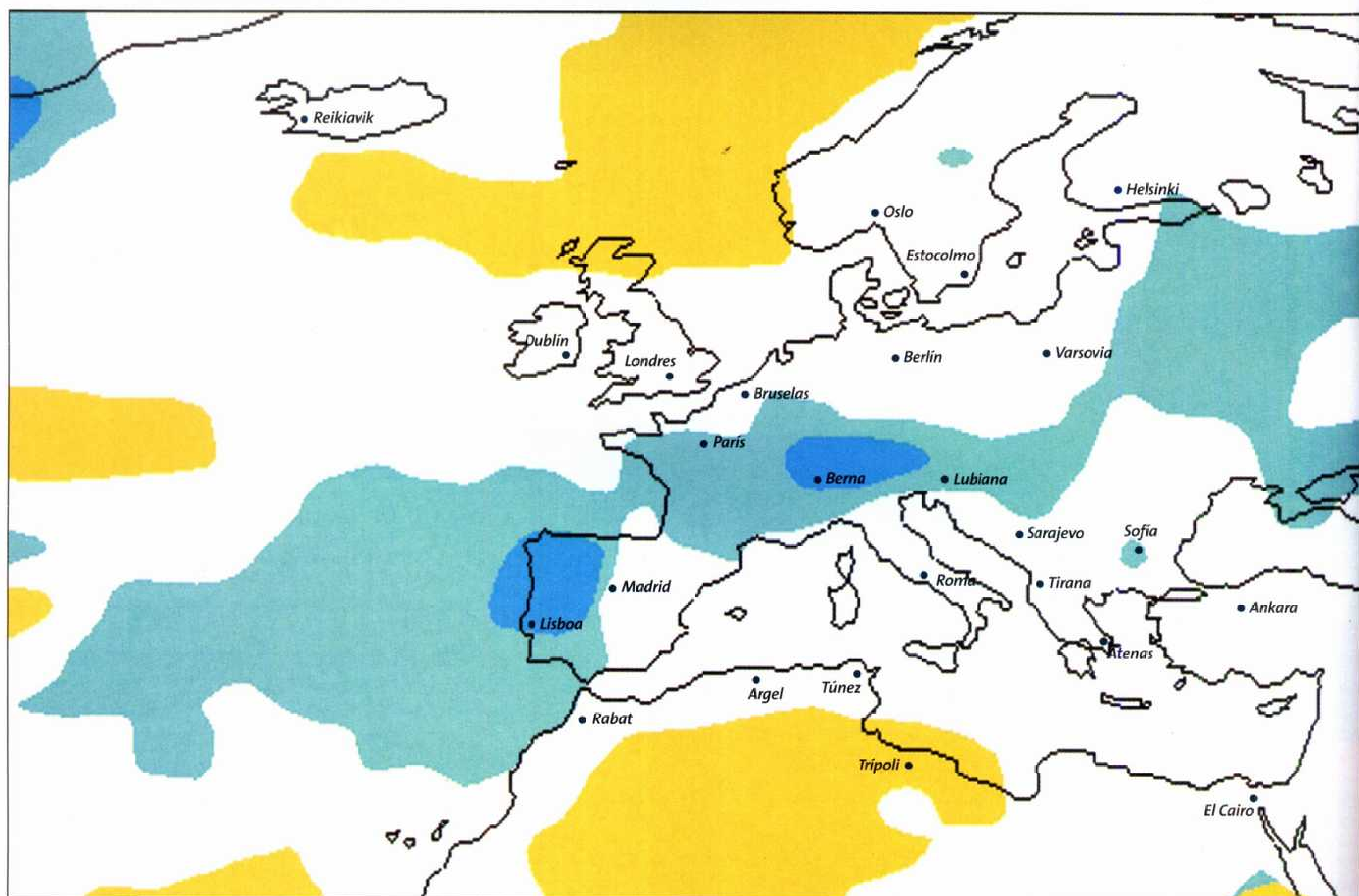


Jorge Bartolomé e Isaac Vega
Naturaleza de España
Editorial Debate
4.900 pesetas

Cuestión de tiempo

▸ Ya se pueden planear las vacaciones. El nuevo superordenador del Centro Meteorológico Europeo de Reading, en Inglaterra, elabora millones de datos procedentes de las diferentes estaciones de todo el mundo y proporciona previsiones sobre pluviosidad y temperatura con tres meses de antelación

POR MARCO MANLIO Y PILAR GROSSO



-Mapa de la pluviosidad-

Este verano toda Europa Central podría padecer un notable aumento de las lluvias. En España, durante los meses de junio y julio, los cielos se mantendrán como de costumbre, a excepción de en Galicia, Asturias y Cantabria.

- Lluvia normal con respecto a la media del periodo analizado
- Lluvia inferior a 50 litros/m² con respecto a la media
- Lluvia superior a 50 litros/m² con respecto a la media
- Lluvia superior a 100 litros/m² con respecto a la media

Por primera vez en la Historia, Europa puede disponer de previsiones meteorológicas válidas para los próximos meses.

No se trata de las que habitualmente aparecen en diarios y revistas o se ven en televisión, sino de indicaciones sobre cuánto se van a separar las temperaturas de las medias estacionales y en qué zonas del continente europeo. Datos todos ellos de gran importancia, tanto para la programación de las diferentes actividades económicas como para la agricultura, el turismo o la producción de energía.

Los primeros mapas de colores que indican las desviaciones de temperatura y pluviosidad en las distintas zonas de Europa para los próximos tres meses ya se encuentran disponibles. Unos datos que ofrecen una fiabilidad del 95%, pese a obtenerse durante el período de rodaje.

Todo ello ha sido posible gracias al nuevo superordenador Fujitsu VPP700, que ha entrado en funcionamiento recientemente en el Centro Meteorológico Europeo de Reading. Esta máquina es una de las más veloces y potentes del mundo y está formada por 116 procesadores que actúan en paralelo y permiten una velocidad de cálculo de 250 *Gigaflops*, es decir, la friolera de 250.000 millones de operaciones por segundo.



Además, en el año 1999, su velocidad se verá duplicada, por lo que Reading se convertirá en el centro líder a nivel mundial para las previsiones meteorológicas a medio plazo. Se sabe que estas previsiones están basadas esencialmente

continúa en pág. 134 →

INCLEMENCIAS DEL TIEMPO
El proyecto que desarrolla el Centro Meteorológico Europeo de Reading (Inglaterra) para prever el clima de los próximos meses es realmente ambicioso, ya que hasta ahora las previsiones tenían una validez máxima de unos siete días.

-Mapa de la temperatura-

Reikiavik
Helsinki
Oslo
Estocolmo
Dublín
Londres
Berlín
Varsovia
Bruselas
París
Berna
Lubiana
Sarajevo
Sofía
Madrid
Roma
Tirana
Ankara
Lisboa
Atenas
Argel
Túnez
Rabat
Trípoli
El Cairo

Según las previsiones, a lo largo del verano hará más calor de lo normal en Europa Central y en las latitudes más altas. Por otro lado, en el suroeste de España (Andalucía y Extremadura), bajarán dos grados las temperaturas.

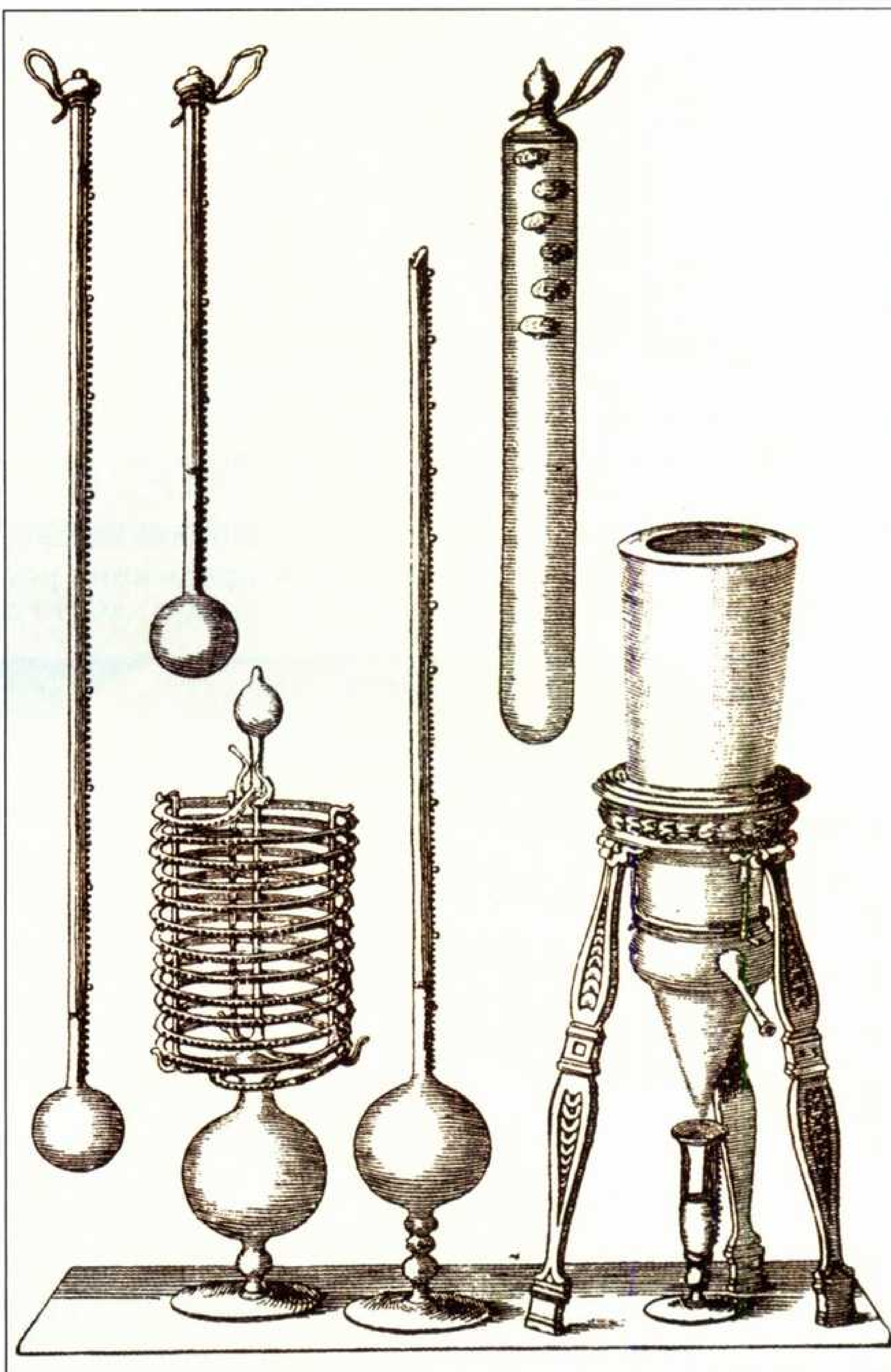
- Temperatura normal con respecto a la media del periodo analizado
- Temperatura 1º superior respecto a la media
- Temperatura 2º superior con respecto a la media
- Temperatura 4º superior con respecto a la media
- Temperatura 2º inferior con respecto a la media
- Temperatura 4º inferior con respecto a la media

De los presagios a las previsiones

El XVII está considerado como el *Siglo de oro* de la meteorología, ya que los mayores inventos en esta materia, que se basaba sólo en los llamados presagios, se descubrieron a finales del siglo XVI. En 1590, se construyó el primer péndulo anemométrico para medir la intensidad del viento, y Galileo perfeccionó el termómetro. Años después, en 1611, se construyó el primer higroscopio para medir la humedad. Sin embargo, el mérito del descubrimiento más revolucionario le corresponde a Torricelli, un alumno de Galileo, que en 1630, mientras intentaba resolver el problema de transportar el agua a los niveles altos del nuevo palacio gran ducal de Florencia, ideó el barómetro. En 1654, efectuadas las pruebas de la validez de este instrumento (que funciona según el principio por el cual la presión atmosférica disminuye con el mal tiempo y aumenta con el bueno), el gran duque Fernando de Toscana instala en sus tierras una serie de observatorios meteorológicos conectados entre sí. Nace el primer servicio meteorológico del mundo.

En España, la preocupación por estos asuntos comenzó en 1737. La Real Academia Matritense determinó que comenzaran las observaciones diarias del barómetro y termómetro. En 1753, Jorge Juan fundó el Observatorio Astronómico de Cádiz y, en 1770, propuso el establecimiento de uno en Madrid, que dirigió Jiménez Coronado. Pero la meteorología como organismo oficial se estableció el 5 de marzo de 1860, en tiempos de Isabel II y pasaron tres décadas hasta que, el 1 de marzo de 1893, se realizó el primer mapa del tiempo.





PREHISTORIA DE LAS MEDICIONES
En el 1600, se utilizaban termómetros e higómetros como los representados en la ilustración de arriba. Casi 200 años después, el astrónomo Jean Joseph Le Verrier (a la izquierda) creó el primer servicio meteorológico nacional en Francia.

en tres parámetros: la temperatura superficial del mar, la humedad del suelo y la capa de nieve. Pero la dificultad estriba en que estos tres parámetros deben conocerse a nivel mundial, a través de miles de datos recogidos y reunidos en tiempo real.
La temperatura superficial del mar es uno de los factores más importantes, como ha demostrado el fenómeno de *El Niño*, que consiste en un anómalo recalentamiento del Pacífico. Para conocer la temperatura superficial de los océanos en los meses sucesivos, se cuenta con estaciones meteorológicas en todo el mundo. Sólo en el Pacífico, existen 60. Y en cada una de ellas se mide la temperatura de la atmósfera en 31 cotas diferentes y la del mar hasta los 500 metros de profundidad en 20 calas diferentes, de las cuales ocho se encuentran en los primeros 200 metros. Las temperaturas del mar evolucionan con mucha lentitud, pero son las que dirigen toda la circulación del aire a nivel mundial.
Una red mundial de satélites recoge los parámetros restantes. Todos estos cientos de miles de datos confluyen en lo que se denomina «modelo conexionado atmósfera océano», que viene representado por millones de ecuaciones que elabora el nuevo superordenador del Centro Meteorológico Europeo de Reading.

Existe ya un ordenador que realiza 250.000 millones de operaciones al segundo

COMERCIO ELECTRÓNICO EN EL 2000. El Gobierno norteamericano estima que esta actividad moverá en todo el mundo 55 billones de pesetas, aunque diversas consultoras privadas elevan la cifra hasta los 150 billones. Según Nicholas Negroponte, más del 70% de este comercio será entre empresas.

SECCIÓN COORDINADA POR ALBERTO DE LAS FUENTES

La próxima revolución será virtual

¿Qué tienen en común un técnico nuclear, un anoréxico, un aspirante a piloto y la heroína de los videojuegos Lara Croft? Que los cuatro pueden sacar mucho partido del uso de la realidad virtual

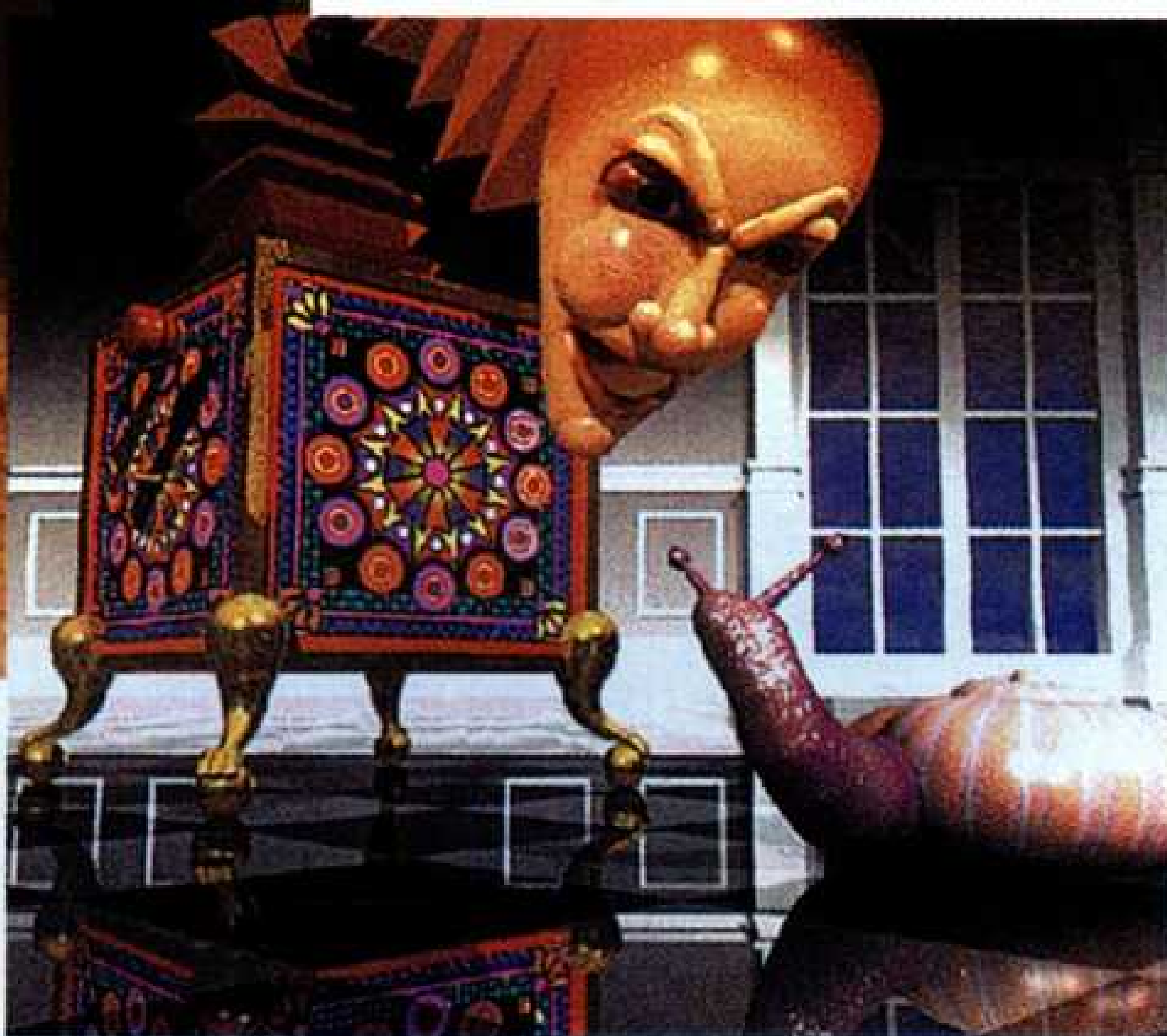
La mayoría de la gente relaciona la realidad virtual con los aparatosos cascos, joystick y equipamiento utilizados para dar mayor sensación de entorno. Pero lo verdaderamente impresionante son los mundos que se abren frente al individuo cuando se pone uno de esos cascos. En el futuro, la realidad virtual cambiará la forma en que nos educamos y nos relacionamos laboral y socialmente.

Sus aplicaciones son infinitas. Por ejemplo, en el área de la educación y la formación. Así, los técnicos de una central nuclear practican con realidad virtual y representaciones en 3D. Con ambas tecnologías aprenden a reaccionar ante un fallo en la seguridad de la instalación. Lo mismo hacen los astronautas y los pilotos de avión para entrenarse. Utilizan simuladores de vuelo que reproducen diferentes condiciones meteorológicas, despegues y aterrizajes en diversos aeropuertos del mundo y posibles situaciones de emergencia. El coste, y el riesgo, de hacer esto con un avión real (y no digamos con una central nuclear) sería infinitamente superior.

Pero el último grito en el uso de la realidad virtual se encuentra en su aplicación a pacientes con problemas de anorexia, bulimia, claustrofobia o vértigo. Así, por ejemplo, en Italia utilizan una técnica para conseguir que enfermos anoréxicos y bulímicos acepten su propio cuerpo. Mediante la realidad virtual, se reproduce fielmente el cuerpo del paciente y se le compara con el de aquellos modelos a los que quiere parecerse. Pueden subir o bajar su peso virtualmente y comprobar en la pantalla los efectos que se producen y si su cuerpo se acerca o se aleja de su modelo ideal. Generalmente, unos pocos minutos frente al ordenador son más eficaces que muchas horas de charlas y terapias. Como explica Roger Gilabert, director general de RTZ Virtual, «Somos seres habituados a manejarnos en tres dimensiones. Este tipo de información visual en 3D se retiene muchísimo mejor. Es mucho más comprensible y mejora nuestra capacidad de aprender».

Pero la realidad virtual también se utiliza para actividades más mundanas, como promociones empresariales y turísticas. Un terreno donde tiene una enorme aplicación es el del ocio. Videojuegos de éxito, como Doom, Quake o TombRaider (protagonizado por la popular Lara Croft) se han realizado con estas tecnologías. Los movimientos de los personajes son absolutamente reales dado que han sido realizados por actores enfundados en trajes de realidad virtual. Y el mismo progreso está llegando a todo tipo de simuladores de esquí, de Fórmula 1, etc.... Aún no es corriente introducir al jugador completamente en el entorno, con casco y traje, ya que resulta sumamente caro. Pero todo se andará.







NUMEROSAS APLICACIONES
Un casco especial nos adentra en el mundo de la realidad virtual, un campo que recorre sus primeros pasos pero que en pocos años se aplicará en todo tipo de actividades.

Un mundo a nuestro gusto

La tecnología existente sólo necesita el aditivo de un mejor *hardware*.. El mayor problema de la realidad virtual es que necesita una enorme capacidad de computación. Los mundos virtuales sólo pueden moverse con costosos equipos informáticos, inalcanzables para cualquier usuario.

Chips más potentes (de 64 bits) ayudarán a cambiar las cosas, con lo que los ordenadores incrementarán aún más su rendimiento. Y además, el anuncio de la creación de una Internet 2, entre 100 y 1000 veces más rápida que la actual red, ha elevado las expectativas. No estará lista mañana, ya que se habla de un plazo de cinco años hasta que llegue a los usuarios, pero nadie duda de que la realidad virtual será entonces una gran revolución. Podremos construir mundos a nuestro gusto. Crearemos personajes reales o imaginarios que nos representen, lo que se conoce por *avatares*. Saldremos al encuentro de otros *personajes-avatares* y conversaremos con ellos en tiempo real. Desde Madrid, Tokio o Tel Aviv, podremos trabajar en un mismo entorno virtual, lo que se conoce como teleinmersión. Nos divertiremos en espacios virtuales. Realidad y ficción se mezclarán hasta confundirse.

La molécula de la vida

▸ Desde hace 3.000 millones de años, el ADN trabaja sin descanso. En este filamento largo y microscópico, la Naturaleza ha grabado toda la información necesaria para construir, paso a paso, cualquier organismo, desde una pulga a una persona

POR GIOVANNI SINISCALCHI

Las distintas formas de vida poseen su propio código genético. Sin embargo, todas ellas, ya sean virus, mamíferos o plantas, transmiten su información genética mediante una misma molécula: el ADN (ácido desoxirribonucleico). Éste se parece a una escalera de caracol cuyos peldaños los forman la combinación de cuatro moléculas llamadas bases.

En estas cuatro bases se encuentran escritos los mensajes que determinan las características físicas de una persona, desde el color de los ojos, la estatura, el color del pelo, el tamaño de las manos e, incluso, la tendencia a padecer ciertas enfermedades a lo largo de su vida. Por esta razón, el ADN se ha revelado como el mejor documento de identidad de los seres vivos. Hoy en día es ya una práctica común que un juez solicite una prueba de ADN para determinar la inocencia o la culpabilidad de un reo, o bien para aclarar la paternidad de un ciudadano que duda de su esposa.

La importancia que se le atribuye al ADN es tan grande que algunos científicos sostienen que también interviene en la formación del carácter del individuo.

Sin embargo, lo más increíble del asunto es que todas esas instrucciones se encuentran en cada una de los millones de células que componen un organismo.

Uno de los principales cometidos del ADN consiste en poner en marcha la síntesis de las proteínas que interpretan un papel decisivo en el desarrollo de los seres vivos. En un periodo de 3.000 millones de años, el ADN ha originado diversas formas de vida en la Tierra. Tanto es así, que ésta puede considerarse como el vehículo de transmisión del ADN de generación en generación. Se puede incluso afirmar que el aparato molecular que controla el ADN constituye la vida misma.



CONTROL ABSOLUTO
En la Tierra existen decenas de millones de formas de vida. Todas ellas contienen el ADN como código genético (salvo poquísimas excepciones, como algunos virus formados a partir del ARN). Los seres vivos podrían ser definidos como aparatos que se ponen en movimiento gracias al ADN.

Idéntica a sí misma

En el Universo existen innumerables tipos de moléculas, ¿por qué precisamente el ADN ha hecho y hace posible la vida? La respuesta se debe a que esta molécula cuenta con una característica fundamental: su capacidad de autorreproducción. De esta manera, puede transmitir su código genético a los descendientes del organismo del que forma parte. Los seres vivos están formados por los elementos químicos que encontramos en la naturaleza (carbono, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno, etc.), pero la presencia del ADN los hace distintos. Al autorreproducirse, el ADN permite que los seres también lo hagan.

La estructura de doble hélice del ADN es la más adecuada para producir una molécula idéntica a sí misma. Si la comparásemos a una escalera de caracol con travesaños, las barandillas laterales estarían formadas por la alternancia de un azúcar, la desoxirribosa (D), y un grupo fosfato (P). Los travesaños que unen los dos laterales estarían representados por moléculas llamadas bases, unidas de dos en dos: adenina (A), guanina (G), citosina (C) y timina (T). En el ADN, «A» va siempre unida a «T» y «G» a «C». No es posible la unión con otra combinación: por esta razón, cuando se establece la alineación de las bases de una mitad de la cadena, se define automáticamente la secuencia de la otra mitad.

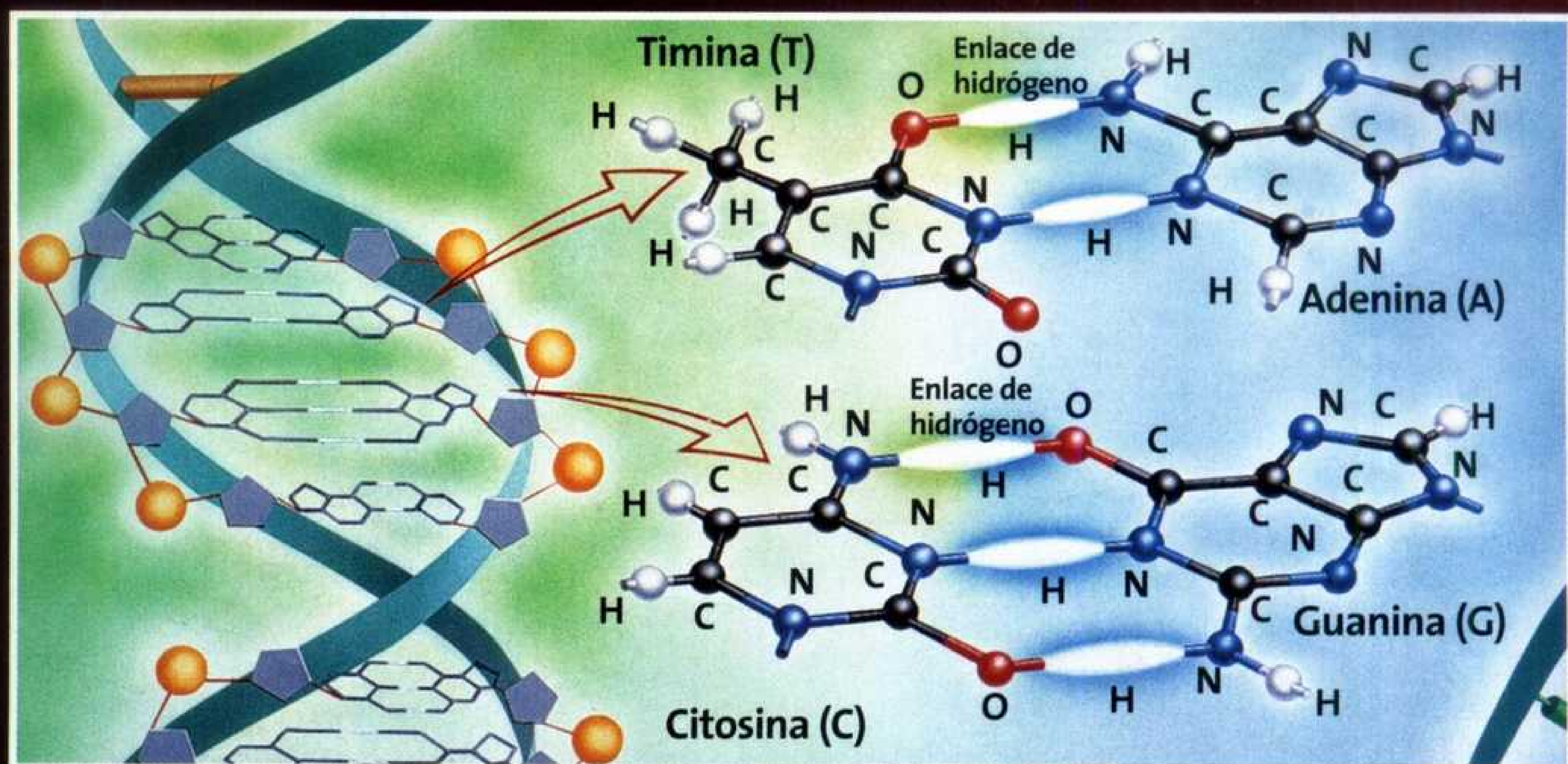
Cuando la molécula de ADN se reproduce, unas sustancias llamadas enzimas rompen la unión entre las bases, de forma que se separan las dos cadenas y se obtiene un ADN de hélice simple. A partir de la secuencia de bases de cada cadena, las enzimas forman una nueva cadena de ADN con una secuencia de bases complementaria. De esta manera, de una molécula de ADN con estructura de doble hélice se crean dos moléculas de ADN con una secuencia de bases idéntica a la primera. Por lo tanto, cada doble hélice es el resultado de una cadena antigua y una nueva. James Watson y Francis Crick (en la imagen) descubrieron, en 1953, la estructura de doble hélice del ADN, un acontecimiento de consecuencias revolucionarias para la biología.

Timina (T)
Citosina (C)
Cadena original
Adenina (A)



HA CUMPLIDO 45 AÑOS En la fotografía, James Watson y Francis Crick, descubridores en 1953 de la estructura en doble hélice del ADN.

BASES DE UNIÓN
Las cadenas de ADN, formadas por azúcares y grupos fosfato, se unen mediante las bases. Existen cuatro tipos de bases: adenina (A), guanina (G), citosina (C) y timina (T). A siempre se une con T, y G siempre con C.



Azúcar

Grupo fosfato

Guanina (G)

Cadena nueva

Cadena nueva

LA CADENA DE MONTAJE DEL ORGANISMO
Las dos cadenas de ADN se unen mediante las bases con la ayuda de un enlace de hidrógeno. Cuando las enzimas rompen esta unión, se obtiene una sola cadena, a partir de la cual se forma una nueva con la secuencia de bases complementaria a la anterior. De esta forma, de una molécula de ADN de doble hélice, se obtienen dos moléculas de ADN con una secuencia de bases idéntica a la original.

Dos metros de 'escalera'

El cuerpo de los organismos pluricelulares lo constituyen millones de unidades llamadas células. Las células que forman la flora y la fauna comunes, incluidos los seres humanos, se denominan eucariotas. Por el contrario, las bacterias son clasificadas como procariotas.
Los procariotas cuentan con células de estructura simple y su ADN, portador de la información genética, se halla inmerso en su interior. En el caso de los eucariotas, en cambio, el ADN se encuentra en el interior de un núcleo delimitado por una membrana. El ADN del interior del núcleo de una célula humana alcanza unos dos metros de longitud, pero puede estar en el interior de un núcleo minúsculo porque se encuentra plegado y replegado varias veces.
En una célula eucariota (como en el caso del hombre), las moléculas de ADN se enrollan de una forma compleja, ayudadas por proteínas accesorias, las histonas, que forman estructuras con aspecto de bastoncillos denominadas cromosomas.
La especie humana tiene 22 pares de autosomas (los cromosomas que transmiten los caracteres hereditarios y no están ligados al sexo del individuo) y un par de cromosomas sexuales (dos cromosomas X para las mujeres; uno X y otro Y, para los hombres): 46 cromosomas en total.
Durante la división celular, los cromosomas replicados se distribuyen de forma equivalente en las dos células hijas, de modo que todas las células del cuerpo tienen un bagaje cromosómico idéntico al del óvulo fecundado.

CROMOSOMAS CONDENSADOS
El ADN se une a las histonas, unas proteínas accesorias, y forma los cromosomas. Cuando se produce la división celular, el patrimonio genético se distribuye en forma de cromosomas por las células hijas o las células reproductivas.

VEHÍCULO DE DOBLE HÉLICE
Las dos cadenas de ADN tienen estructura de doble hélice. Una cadena está constituida por un armazón al que se unen un azúcar y un grupo fosfato. En él se insertan las bases. Existen cuatro tipos de bases: G, C, T, A. Las bases de las dos cadenas se corresponden y adoptan una estructura helicoidal.

UN MODELO Y SUS COPIAS
En la estructura del ADN, una cadena constituye el modelo para la otra; por esta razón, puede definirse como una estructura apta para realizar una réplica idéntica de una molécula de ADN. En el momento de la reproducción, la estructura de doble hélice del ADN forma dos moléculas iguales: en la práctica, éste es el principio que permite la reproducción exacta del código genético.

LA CÉLULA: UN UNIVERSO Y SUS MUNDOS

El dibujo muestra la estructura de las células vegetales y animales. El ADN se encuentra, en forma de ovillo, en su núcleo.



Los genes se ponen en marcha

La división repetida de un huevo fecundado (que también es una célula) forma los cuerpos de los organismos pluricelulares, desde los insectos más primitivos hasta el ser humano. En el huevo fecundado se encuentra el ADN heredado de los progenitores y, a su vez, éste contiene todas las informaciones confiadas a los genes (partes del ADN), que permiten formar un nuevo organismo, controlar sus funciones vitales y su reproducción. Cuando, al dividirse, el huevo fecundado aumenta de volumen, en su interior se sintetiza un ADN idéntico, que se duplica y se distribuye por las nuevas células. Por eso, las células del cuerpo de un individuo tienen el mismo ADN, aunque se diferencien en su forma y funciones. Sin embargo, no todas las células utilizan la información del ADN de igual manera. Sólo se emplea la parte del código genético necesaria para la labor de cada célula.
La parte del código de ADN que controla una célula varía según el entorno en el que se encuentra. Depende de las sustancias que hay alrededor de la célula, de las células circundantes y del tipo de tejido. Por eso, las células que se crean a partir de la división de un huevo fecundado asumen formas y funciones distintas. Es decir, la mayoría de los genes están inactivos, sólo actúan los necesarios para la forma y la función de una célula determinada. La *activación* y *desactivación* de los genes es uno de los principales problemas de la investigación biológica moderna, ya que, si se reactivan todos los genes *apagados* de una célula cualquiera del organismo, se puede, por ejemplo, clonar un ser vivo, es decir, obtener un nuevo individuo, una fotocopia del dueño de la célula reactivada. Esta célula se lleva a la condición inicial de huevo recién fecundado. Es lo que ha sucedido en los últimos años con las ranas y, en 1997, con la oveja Dolly (en la imagen de la derecha).



Célula epitelial de absorción del intestino delgado

Célula del tejido muscular liso (musculatura de las vísceras)

Célula del tejido óseo

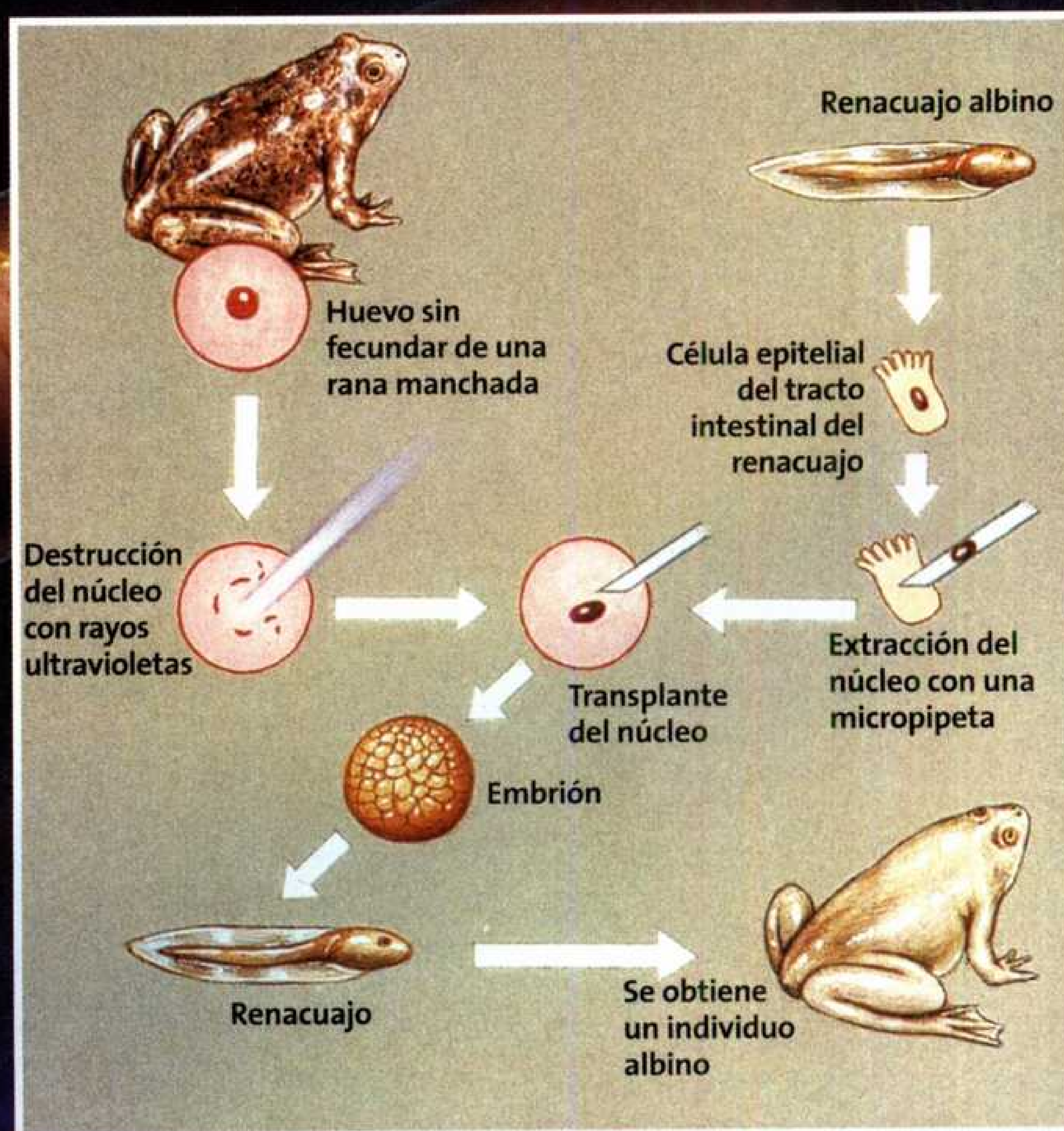
CIENTOS DE FORMAS DISTINTAS
Las células que forman un organismo participan de distintas maneras en la misión de control de las funciones vitales. Su forma también varía según su función. En los mamíferos, existen más de 200 tipos de células. Sin embargo, todas ellas proceden de la división de un huevo fecundado y contienen el mismo ADN. La diferencia de forma y función depende de la parte de código genético que utilizan. En el dibujo, las diferentes formas de las células del ser humano.

Célula del tejido nervioso

Huevo fecundado

Célula del tejido muscular estriado (músculos del movimiento)

Así se fotocopia una rana



• **También el ADN** de las células con forma y funciones diferentes a las del huevo fecundado contiene, al igual que éste, todas las informaciones genéticas necesarias para la creación de un individuo completo. Si se extrae el núcleo (que contiene el ADN) de una célula del tracto intestinal de la larva de una rana (renacuajo) y se transplanta a un huevo cuyo núcleo ha sido destruido con anterioridad, de este huevo nacerá un individuo (un clon) totalmente idéntico a aquél del que se ha extraído el núcleo.

La fábrica de 'bioladrillos'

El código genético contenido en el ADN proporciona las informaciones necesarias para la síntesis de las proteínas, consideradas como los *ladrillos* de la vida. Son compuestos complejos, formados por una secuencia de 20 aminoácidos que se combinan de distintas maneras: el elevado número de posibles combinaciones entre ellos explica la gran variedad de proteínas, que son las responsables del funcionamiento de todo el organismo.

Su estructura, es decir, la secuencia de aminoácidos que las componen, queda determinada por la combinación de las bases del ADN. Para ser más exactos, el código que expresa un aminoácido concreto está formado por la sucesión de tres bases, llamada triplete o codón. Si, como ya hemos visto anteriormente, tenemos en cuenta que existen cuatro tipos de bases (A, C, G, T) y que un aminoácido viene determinado por la sucesión de tres bases, existen 4^3 en total, es decir, 64 tripletes distintos.

Debido a la pequeñísima dimensión de las células, la molécula de ADN no puede salir de su *cueva* (el núcleo), mientras que la fabricación de proteínas tiene lugar en otra parte de la célula, el citoplasma, gracias a la intervención de unas estructuras llamadas ribosomas. Por lo tanto, hace falta un intermediario, o mejor dicho, un mensajero, que recoja la información genética del ADN del interior del núcleo y la traslade fuera, al citoplasma.

Además, este mensajero debe ser una molécula de menores dimensiones que el ADN para poder salir del núcleo. Se trata del ácido ribonucleico, o ARN, que se distingue del ADN no sólo en su menor tamaño, sino en que su azúcar es la ribosa, y no la desoxirribosa, y porque una de sus cuatro bases es el uracilo (U) en lugar de la timina. De esta manera, la secuencia de bases del ADN que interviene en la fabricación de una proteína se transcribe en una forma de ARN llamada, precisamente, ARN mensajero (ARNm). Este mensajero emigra del núcleo al citoplasma de la célula, donde otra forma de ARN, el ARN de transferencia (ARNt), tiene la misión de traducir los tripletes al lenguaje de los aminoácidos. Para llevar esto a cabo, un extremo del ARNt conduce los aminoácidos hasta los ribosomas, como si fuera una carretilla elevadora que transporta las piezas a la cadena de montaje. Una vez allí, los inserta en la posición correcta de la cadena de construcción de la proteína. Además, de los 64 codones, hay uno que marca el principio para la fabricación de proteínas y dos que señalan el final.

UNA CADENA DE MONTAJE PERFECTA

En la ilustración de esta página se observa la compleja secuencia con la que se fabrica una proteína a partir de una orden química que emite el ADN. Éste transcribe su código genético al ARN mensajero (ARNm), que sale del núcleo celular. Su código es traducido por otra molécula, el ARN de transferencia (ARNt), que, finalmente, ordena el ensamblado de los aminoácidos que constituirán la futura proteína.

Aminoácidos

ARNt

Proteína

3 Los aminoácidos se unen unos tras otros en el ribosoma, que es capaz de asociar 20 aminoácidos por segundo.

5 Una vez finalizada la construcción, la cadena de aminoácidos, que ya ha formado la proteína, se separa del ribosoma.

ARNm

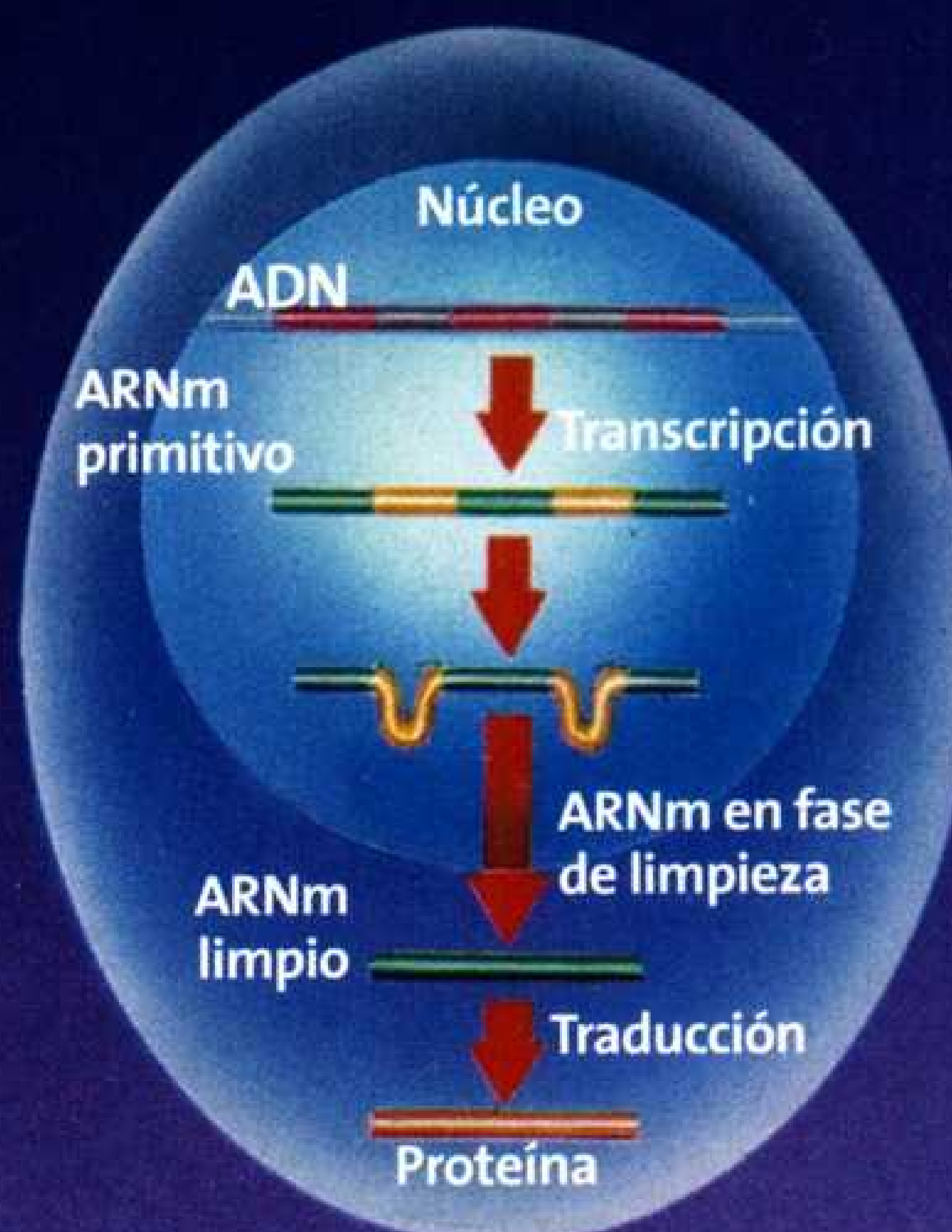
Ribosoma

4 Una vez acabada su misión, el ARNt se aleja de la cadena de montaje.

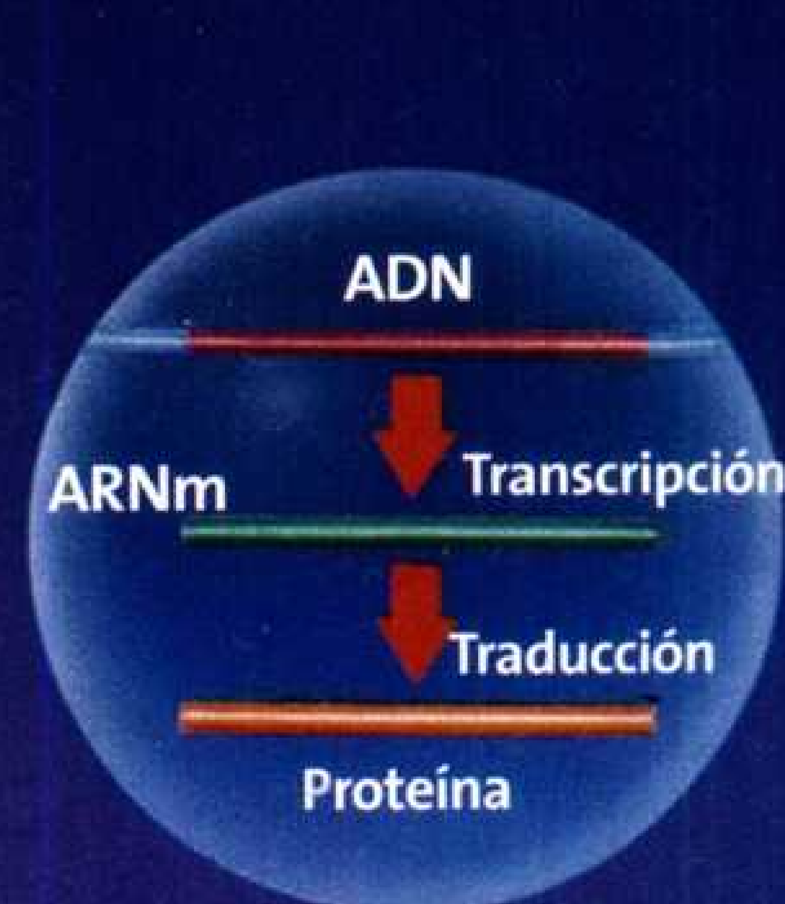
Un 10% de utilidad

En los seres vivos primitivos (procariotas), como muchas bacterias, no existe membrana nuclear y el ADN está en contacto directo con el resto de la célula. Todo el ADN es útil, es decir, ordena la fabricación de proteínas. En cambio, en los seres vivos eucariotas (con un núcleo celular propio), como todos los animales superiores, incluido el ser humano, sólo el 10% del ADN es útil, es decir, sirve para fabricar proteínas. La función del resto es todavía desconocida. En estos seres, el mensaje genético que pasa del ADN al ARN mensajero (ARNm) está compuesto en un principio por partes que también son inútiles, llamadas intrones. Antes de salir del núcleo de la célula, el ARNm *primitivo* pierde su parte inútil y se transforma en ARNm *limpio*, que a su vez pasa del núcleo al citoplasma de la célula, donde se produce la fabricación de las proteínas.

Célula eucariota
(con núcleo)



Célula procariota
(con núcleo primitivo)



El mapa del tesoro

El genoma es nuestro tesoro, todo el patrimonio genético de un ser vivo. En el ser humano, el genoma comprende 3.000 millones de bases, que se encuentran repartidas entre unos 100.000 genes capaces de ordenar la fabricación de una persona desde el momento mismo de la concepción. Estos genes se hallan en 23 pares de cromosomas, dispuestos de tal manera que cada pareja está formada por un ejemplar paterno y otro materno. Gracias al desarrollo de la biología molecular, científicos de todo el mundo han emprendido la gigantesca tarea de realizar el mapa de todas las bases químicas del genoma humano y de otros seres vivos. En cierto sentido, estos mapas representan el esquema bioquímico de un individuo.

En 1995, se completó el primer mapa de las bases de ADN de un ser vivo, la bacteria *haemophilus influenzae*. Después, han seguido los mapas de otros organismos inferiores, a la vez que se continúa el del genoma del ser humano. Este último proyecto se inició a nivel internacional en 1990 y debería finalizar en el 2005. Cuando concluya, los resultados se podrán aplicar en Medicina (para conocer los genes responsables de las enfermedades hereditarias y desarrollar nuevos tratamientos), y nos permitirán saber de qué organismos proviene la especie humana y las fases detalladas del proceso evolutivo. En resumen, podremos conocer la grandiosa historia de la vida.



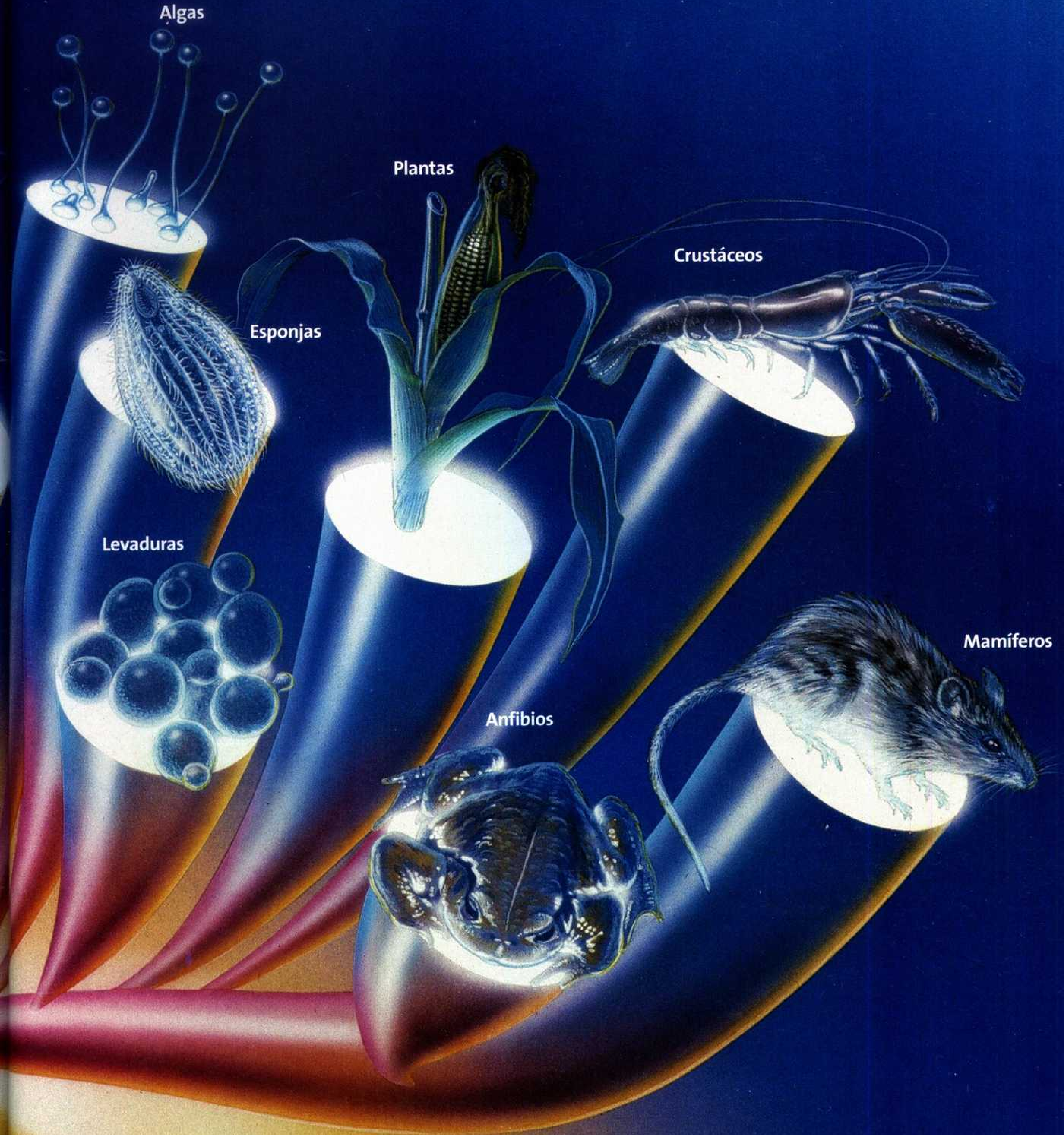
descodificación conseguida

Proyecto genoma: primeros logros

Nombre del organismo	Medida del genoma	Año de finalización
Bacterias		
Haemophilus influenzae	1.830.000 bases	1995
Mycoplasma genitalium	580.000 bases	1995
Mycoplasma pneumoniae	810.000 bases	1996
Synechocystis sp.	3.570.000 bases	1996
Escherichia coli	4.720.000 bases	1997
Bacillus subtilis	4.200.000 bases	1997
Helicobacter pylori	1.660.000 bases	1997
Methanococcus jannaschii	1.660.000 bases	1996
Methanobacterium thermoautotrophicum	1.700.000 bases	1997
Levaduras		
Saccharomyces cerevisiae	12.070.000 bases	1996

EL GRAN ÁRBOL DE LA VIDA

A partir de las formas iniciales de vida, se han desarrollado todos los tipos de seres que pueblan el planeta. Mediante el análisis del ADN, se pueden reconstruir las ramificaciones del gran árbol genealógico de la vida en la Tierra, que han llevado al desarrollo de nuevas especies. En la ilustración, observamos las principales ramificaciones.



La huella acusadora

Gracias a la molécula que protagoniza estas páginas, cada año se resuelven más de 2.000 casos en los juzgados de todo el mundo. Desde 1986, año en que el biólogo inglés Alec Jeffrey, de Imperial Chemical Industries, creó la prueba del ADN, ésta tiene un hueco en las salas de los tribunales, donde ya es uno de los instrumentos más refinados y fiables para la resolución de los casos más diversos: desde las pruebas de paternidad hasta los crímenes más cruentos. Por ejemplo, los responsables de la masacre de Capaci, en la que murieron el juez Falcone, su mujer y los miembros de su escolta, han sido encarcelados gracias a las pruebas de ADN.

Como ocurre con las huellas dactilares, las huellas genéticas son características de cada individuo. Pero entre los 3.000 millones de bases químicas del ADN se hallan algunas diferencias que permiten encontrar de forma inequívoca al *propietario*. De hecho, existen varios puntos estratégicos en la molécula en los que la secuencia de bases es igual sólo en dos personas entre 100 millones. El análisis de los criminólogos se concentra precisamente en estos puntos.

El ADN que se pretende examinar se extrae de las células que tienen núcleo (todas las del organismo humano, con la excepción de los glóbulos rojos); por lo general, se emplean glóbulos blancos, aunque en la escena del crimen se puede recoger también semen, saliva, vello o pelo. Si el líquido biológico ha quedado sobre algún objeto (calle, coche, pistola...), se recupera con un tampón humedecido, se deja secar y luego se congela en espera del análisis. Basta con una cantidad imperceptible de líquido biológico para realizar el test: de dos a cinco microlitros (millonésima parte de litro) de sangre, de uno a dos microlitros de semen, o tan sólo un pelo o un cabello.

Con las pruebas de ADN, la probabilidad de error es de una entre 100 millones

El ADN se extrae de las células mediante sistemas químicos (baño en fenolcloroformo o alcohol isoamílico) y *se limpia* con disolventes orgánicos. A continuación, se corta en pequeños fragmentos utilizando *tijeras moleculares*, las llamadas enzimas de restricción. Algunas enzimas determinadas pueden cortar el ADN en lugares concretos, que corresponden a *secuencias de restricción*. Cada una de ellas tiene una longitud distinta a la del resto de las que se encuentran en el ADN. Luego, los fragmentos se ordenan, según su longitud, sobre un gel.


Una vez llegados a este punto, se separan las dos hélices complementarias del ADN de cada fragmento con calor o con sistemas químicos. Mediante un proceso conocido como *blotting*, consistente en colocar una hoja de nitrocelulosa o nylon sobre el gel a la que se adhieren los fragmentos después de una cocción de dos a tres horas a 80°C. de temperatura, se obtiene una copia permanente de estos fragmentos. Por último, se realiza una radiografía de la hoja, para conseguir una copia impresa de los fragmentos. Lo que se obtiene es una hoja con varios segmentos grises de distinta intensidad, que corresponden a las secuencias químicas del fragmento.

Se sigue idéntico procedimiento con las muestras con las que se establece la comparación. Existen diversos métodos para realizar esta comparación. Se puede hacer *a ojo*, si las diferencias son tan evidentes que resultan fácilmente visibles; en caso contrario, se utiliza el ordenador o diversos medios químicos (sondas), mediante exámenes que duran semanas hasta que se obtiene el resultado.

PADRE NO HAY MÁS QUE UNO

La primera condena de una persona gracias a las pruebas de ADN tuvo lugar el 21 de septiembre de 1987, cuando el inglés Colin Pitchfork, de 27 años, fue reconocido culpable de homicidio. Desde entonces, las pruebas genéticas se realizan de forma habitual con los objetivos más diversos: desde demostrar la paternidad hasta resolver los crímenes más cruentos.






El 'big bang' de la existencia

Hay una enorme variedad de seres vivos en la Tierra y todos portan en el ADN su código genético; ahí se encuentra grabada la historia de la evolución desde el momento del nacimiento de la vida, hace 3.800 millones de años. En los seres vivos actuales, el ADN almacena la información genética, mientras que el ARN tiene la misión de extraer esta información para formar con ella distintas proteínas. Sin embargo, los científicos piensan que, en el momento de la aparición de la vida, no era el ADN, sino el ARN el portador del código genético y que este mismo ARN era la entidad que expresaba las informaciones.

Se supone que, en el extraño ambiente que reinaba en los orígenes de la Tierra, existían varias sustancias orgánicas como aminoácidos y nucleótidos, y que la prolongación gradual de una cadena de mononucleótidos unidos formó el ARN. También se asociaron los aminoácidos existentes y construyeron cadenas que tenían de 20 a 40 aminoácidos. De estas cadenas (péptidos), surgieron de forma espontánea estructuras que constituyeron las proteínas. A continuación, se inició una colaboración entre proteínas y ARN, y se puso en marcha el proceso de fabricación de las proteínas, dirigido por el ARN. Por aquel entonces, las proteínas y el ARN estaban envueltos por una membrana de grasas: así nacieron las primeras células con núcleo primitivo (procariotas). Por último, el ARN dio origen al ADN, una molécula químicamente más estable, y la vida se basó cada vez más en esta última.

De manera que hubo una especialización de los papeles, en la que el ADN se convierte en el portador del código genético y el ARN, en intermediario. Las células con núcleo propiamente dicho que encierran el ADN en su interior (eucariotas) aparecieron 2.000 millones de años después que las células procariotas. Casi todas las células con núcleo contienen pequeños organismos, llamados mitocondrias, que producen energía química con el proceso de combustión de las sustancias orgánicas. También ellas tienen su propio ADN, el mitocondrial. Se considera que la aparición de estos sistemas de transformación de energía, y de un verdadero núcleo, constituye uno de los factores clave de la evolución. Los seres que tenían mitocondrias empezaron a evolucionar y a diferenciarse, de forma que aparecieron varios organismos, que se extendieron y generaron otros muchos diferentes. De los seres nacidos como consecuencia de este fenómeno, conocido como el *big bang de la vida*, derivan las bacterias, los animales y las plantas actuales.





AL PRINCIPIO, FUE EL ARN

De la mezcla de sustancias que existían en los orígenes de la Tierra (*caldo original*), apareció en primer lugar el ARN. Luego evolucionó hacia un ARN capaz de autorreproducirse, que se *cortaba y cosía* a sí mismo. A continuación, surgió el ADN, molécula que podía almacenar más información que el ARN. Desde entonces, el ARN desempeña el papel de intermediario de la información genética.

Experimentos de la naturaleza

Los organismos unicelulares que presentan una organización rudimentaria se denominan procariotas. La mayoría de los microorganismos y bacterias que viven en la actualidad en la Tierra y son patógenos para el ser humano poseen esta estructura celular de tipo procariota (falta de núcleo, falta de mitocondrias, etc.). El primer organismo unicelular que apareció en la Tierra, hallado en forma de fósil en rocas de unos 3.500 millones de años de antigüedad, tenía una estructura de este tipo, parecida a la de las bacterias modernas. Con probabilidad, fue la simbiosis de los procariotas con otros seres la que provocó la evolución y la diversificación de los organismos.

Los organismos más evolucionados (eucariotas) podrían derivar del englobamiento de una célula procariota por parte de otra célula más grande. Podría haber sido este proceso de diversificación el que generó los seres vivos más variados. Los nuevos organismos aparecieron a medida que se combinaban los genomas de distintos seres: especie de *quimeras* mitológicas, nacidas de la unión de partes de varios animales. Gracias a un proceso evolutivo, la descendencia de estos organismos primitivos fue extendiéndose y se adaptó a distintos ambientes. Así, aparecieron los organismos pluricelulares, que no son sólo seres cuyas células se han reagrupado, sino que están formados por una agregación orgánica de tejidos o células diferenciadas. Con la combinación de varias células se crearon diversos organismos.

La estructura genética para la producción de varias células se basaba en la duplicación de copias de genes que ya existían. Gracias a ellos se produce, en los organismos pluricelulares, una gran cantidad de genes parecidos y cada uno cumple su misión en células o tejidos distintos. En el periodo cámbrico, hace unos 530 millones de años, gracias a esta duplicación, se produjeron genes que aparecieron en todas las células y todos los tejidos. Los seres vivos del periodo cámbrico pueden ser considerados como el resultado de experimentos relativamente libres de la selección natural, más que como el resultado de una selección debida al aumento gradual de adaptabilidad.

Como la mayoría del entorno ecológico aún estaba vacío, no había mucha competencia y casi todos los productos de los experimentos fueron aceptados en el mundo natural. Fue mucho más tarde cuando la lucha por la vida llevó a una diferenciación clara entre los seres vivos, algo con lo que convivimos en la actualidad.


LAS EXTRAÑAS FORMAS DE LOS PRIMEROS HABITANTES DE LA TIERRA
En el periodo cámbrico, tuvo lugar una *explosión* del desarrollo de la vida, con una gran proliferación de nuevos seres. La ilustración muestra algunos de ellos. Como resultado de esta fase experimental, muchas especies se extinguieron y sólo una parte continuó su evolución hacia formas más complejas.
Sidneyia
Nectocaris
Dinomischus
Marrella
Canadia
Leanchoilia
Sanctacaris
Wiwaxia
Habelia
Sarotrocercus
Hyolithids
Aysheaia

Mutaciones buenas y malas

La evolución de los genes es la principal responsable de la evolución de las distintas especies de seres vivos que existen en la Tierra. Pero, ¿qué principio han seguido los genes para evolucionar? ¿Cuál es el mecanismo que ha causado la aparición de nuevos genes? ¿De qué forma está ligada la evolución de los genes a la de las especies de seres vivos? Las investigaciones sobre el genoma pueden responder a estas preguntas.

Con la replicación del ADN, el código genético se copia y se transmite de padres a hijos, permitiendo la continuidad de la vida. Esta replicación tiene lugar de una forma muy precisa, aunque siempre existe la posibilidad de que se produzca un error o una sustitución de las bases. En la mayoría de los casos, los cambios de código genético que derivan de errores producidos en el momento de la reproducción no dañan a la función de los genes. Pero las mutaciones tienen serios efectos negativos sobre el organismo, llegando incluso a la extinción.

Existen varios tipos de mutaciones: desde los casos más sencillos, en los que la base de una proteína cambia de sitio; a los más complejos, en los que fragmentos de secuencias de bases muy parecidas, situadas en puntos de la cadena de ADN alejados entre sí, intercambian su posición. Casi todas las mutaciones son perjudiciales para la vida, pero hay algunas positivas, asociadas a la producción de nuevas proteínas útiles o a la aparición de nuevas funciones. Si las nuevas funciones son ventajosas para la especie, los genes que han sufrido el cambio se difunden dentro de la especie como nuevos genes. Si observamos la estructura de los genes y del genoma de los seres vivos, observamos que existen muchos grupos de genes que pueden ser considerados como una evolución producida por la duplicación genética. Además, gracias al análisis detallado del genoma de las levaduras, se han hallado indicios de una evolución mediante fenómenos de duplicación. Entre los seres vivos, existen individuos cuyas secuencias de bases cambian cada poco tiempo por las mutaciones.

Los organismos vivos que mejor se adaptan al entorno pueden dejar más descendencia que el resto, con lo que aumenta el número de seres que poseen un ADN con características útiles en cada tipo de ambiente. Así es como los seres vivos han ido evolucionando y han conseguido características adaptadas a su medio ambiente.



LA VIDA O LA EXTINCIÓN DEPENDEN DE LA SECUENCIA DE BASES
Los cambios (mutaciones) de las secuencias de ADN producen variaciones en el cuerpo de los seres vivos. En el caso de la *drosophila*, la mosca de la fruta común, el individuo normal tiene los ojos de color rojo pero, en algunas ocasiones, aparecen individuos con ojos de otro color. También se dan individuos atrofiados. Son el resultado de un cambio producido en una parte de las secuencias de bases del ADN.





Pregunte a Newton

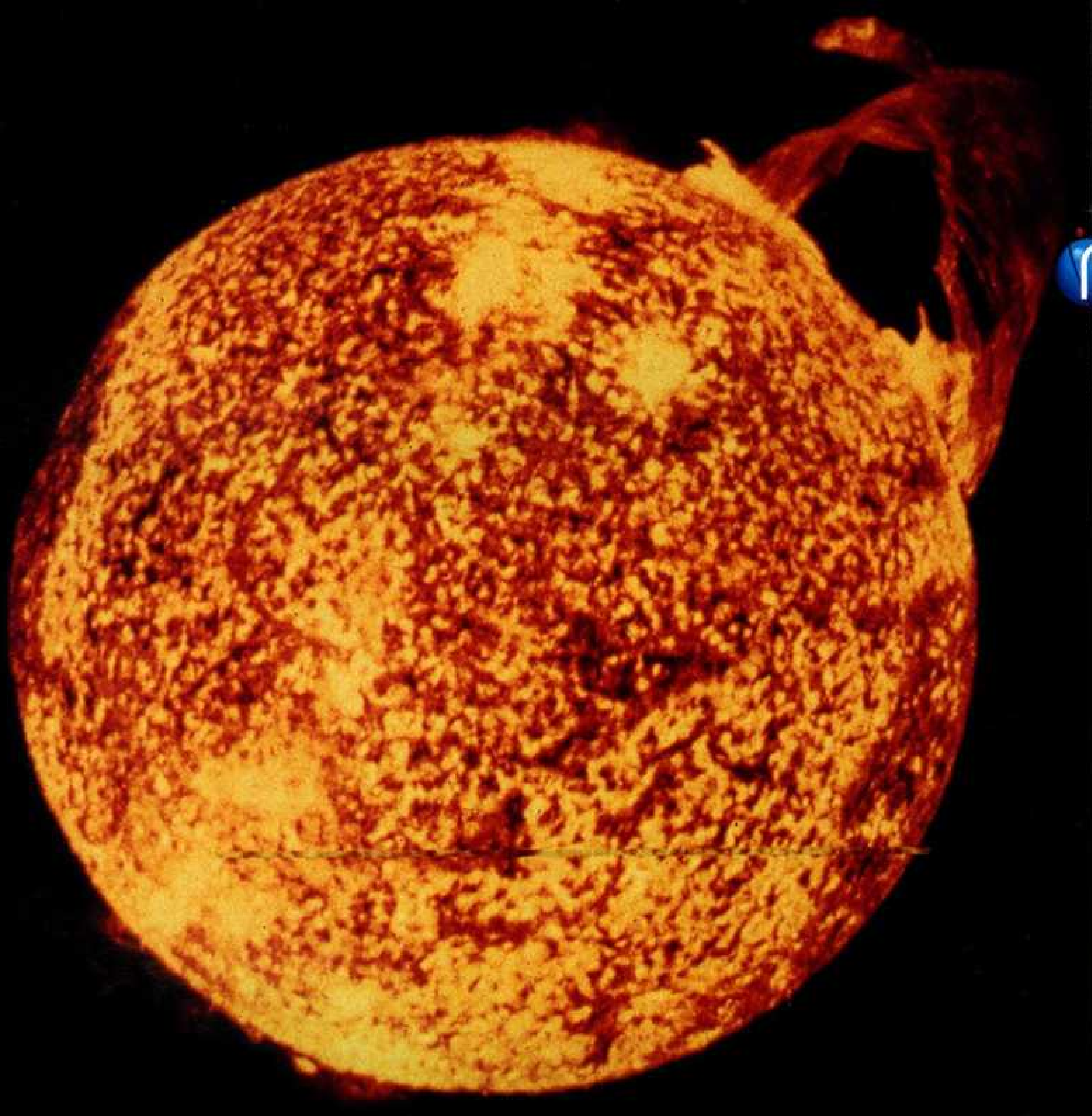
CURIOSIDADES DE NUESTROS LECTORES

NEWTON RESPONDE A SUS CONSULTAS
Nuestros lectores pueden enviar sus preguntas a:
Revista Newton. Calle Pradillo, 42. 28002 Madrid.
Fax: 586 46 24. E-Mail: *newton@el-mundo.es*

Si el fuego se produce en presencia del aire, ¿por qué el Sol arde en completa ausencia de él?

(Estefanía Gómez, *Ibiza*)

Efectivamente, para que se produzca fuego debe darse una combustión real, es decir, una reacción de oxidación en la que intervienen un combustible y un comburente (oxígeno). Dicha reacción sucede a gran velocidad y en ella se produce energía térmica, lo que permite alcanzar temperaturas muy elevadas. Sin embargo, el Sol no arde por combustión, sino como consecuencia de una permanente reacción de fusión nuclear muy compleja. Ésta consiste en la unión de los núcleos atómicos de hidrógeno, de la cual se obtiene helio. Esta reacción, que ya se ha conseguido en reactores de fusión experimentales, libera grandes cantidades de energía y calor.



He oído hablar de la enfermedad de Crohn; ¿en qué consiste esta patología?

(Gabriel Martín, *Jérez de la Frontera*)

Se trata de una enfermedad inflamatoria que se convierte en crónica. Ataca a tractos intestinales y puede afectar a cualquier punto del aparato digestivo, aunque su localización más frecuente sea en el íleon, en las proximidades de la válvula íleo-cecal. Las lesiones, que son discontinuas, afectan a la pared intestinal, que se espesa y forma úlceras. No se conoce la causa precisa de esta enfermedad, que puede tener otras complicaciones como la formación de fístulas, abscesos y oclusiones intestinales.

¿Por qué bajo el agua los objetos se ven desenfocados?

(Ana Fabres, *Valencia*)

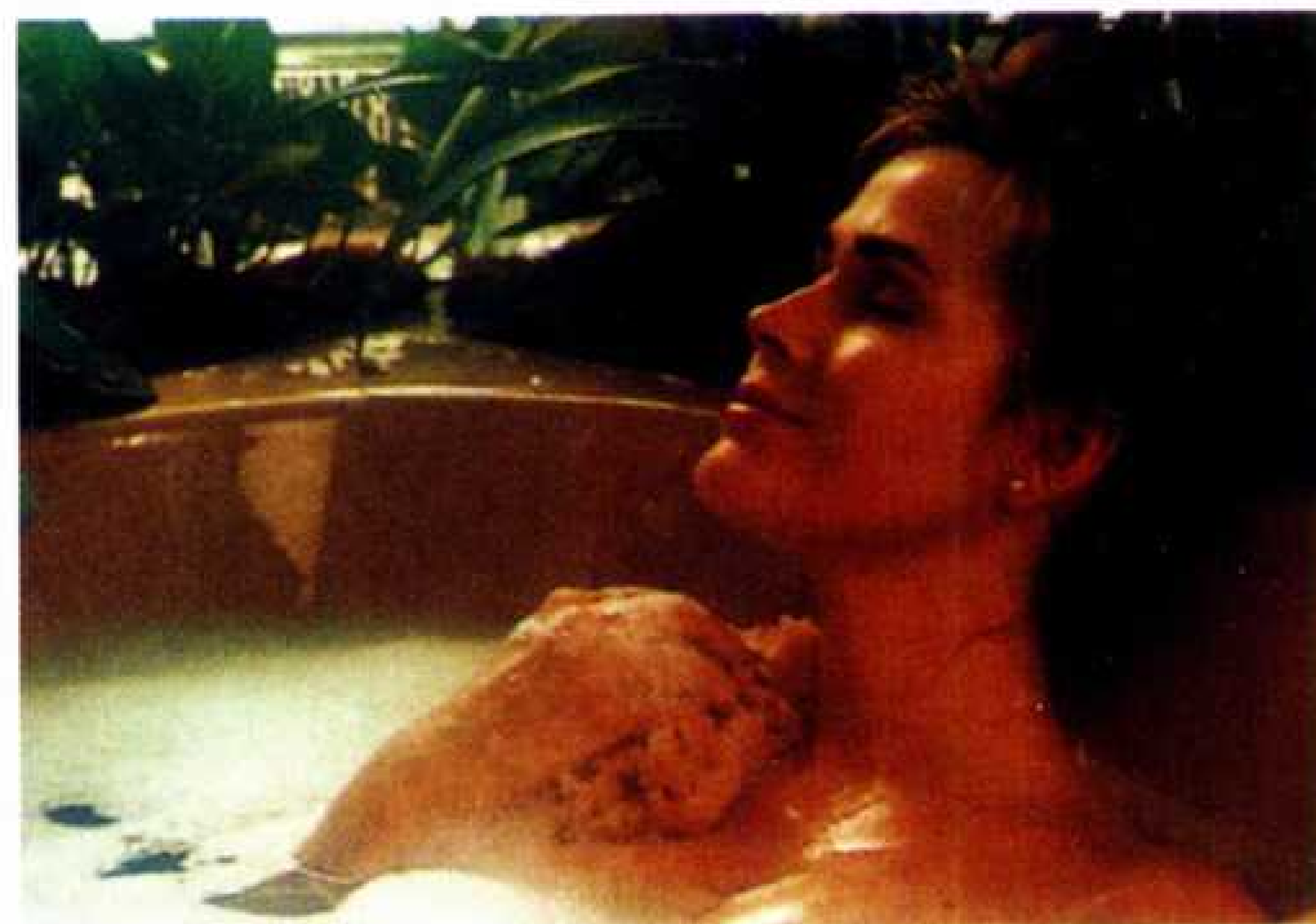
A causa del índice de refracción de la luz en el agua, muy diferente del que se tiene en el aire y al que el ojo está habituado. Cuando una persona se encuentra sumergida en el agua, los rayos luminosos forman el foco más allá de la retina, obligando al ojo a un esfuerzo de *acomodación*. Es lo mismo que les sucede a las personas con hipermetropía, que deben corregir la vista con lentes convergentes.



Me pregunto, ¿por qué, después de un baño, la piel de las manos se arruga?

(Susana Piñeiro, *Orense*)

Es cierto que, después de haber estado mucho tiempo metidos en el agua, la piel de las manos y de los pies se arruga. Esto se debe a que el agua traspasa la primera barrera de la epidermis, es decir, el estrato córneo. Una vez saturada de agua, la piel se ondula. Además, el calor acentúa los fenómenos físicos: esta reacción se manifiesta de forma más evidente cuando nos encontramos en el interior de una bañera en la que la temperatura del agua se encuentra entre 30 y 35°C. Sin embargo, si se nada en una piscina con el agua a una temperatura de 20°C, la piel no se altera tanto.

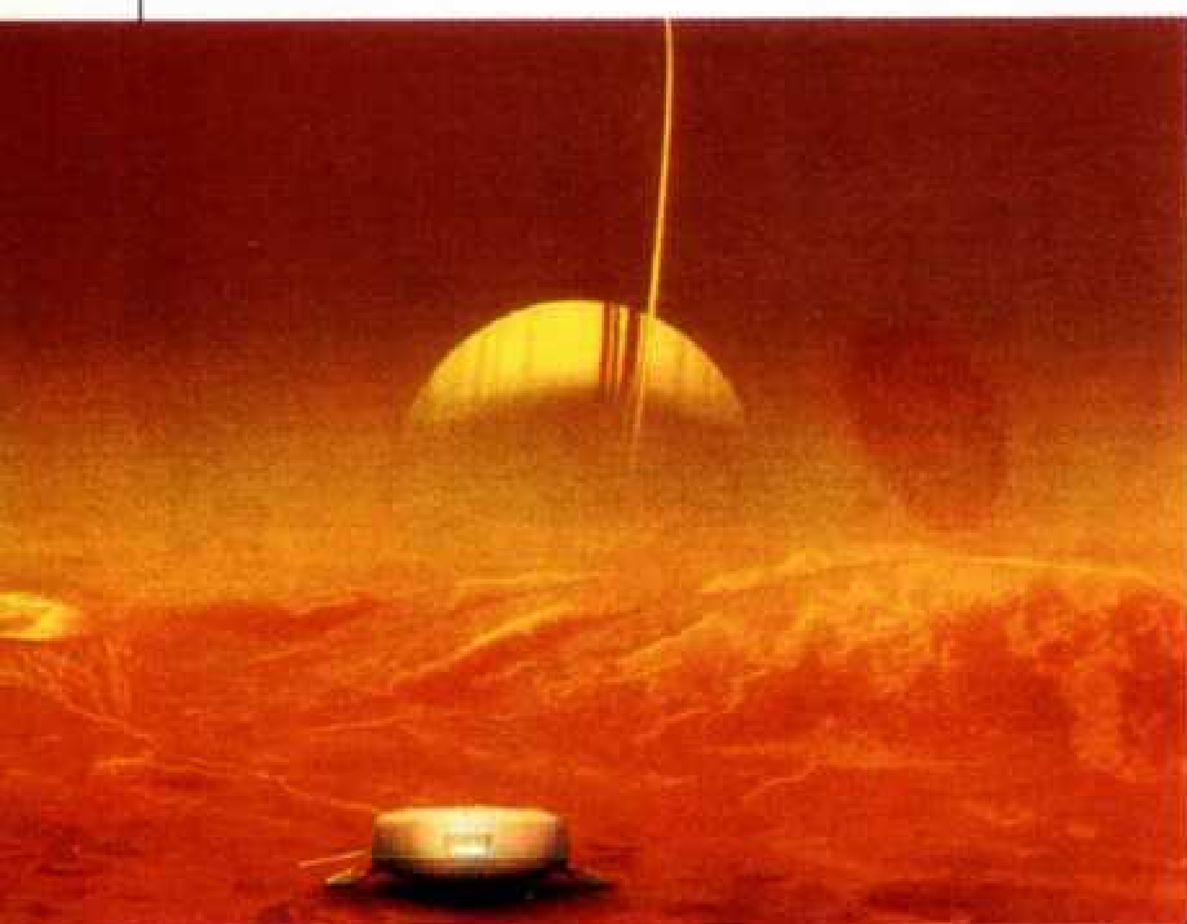


QUÉ ES EL GRISÚ? Es una mezcla de metano y aire que se encuentra generalmente en las minas de carbón o de azufre. Se convierte en tóxico cuando alcanza concentraciones próximas al 8%.

En el artículo del primer número '2004: llegada a Titán', se dice que la sonda Cassini-Huygens volverá a pasar cerca de la Tierra en 1999. ¿No habría sido más conveniente efectuar el lanzamiento en esa fecha?

Laura Romero, *Ávila*

Las sondas interplanetarias como la Cassini-Huygens no tienen motores potentes ni grandes depósitos de carburante, por lo que no pueden variar mucho su velocidad durante el vuelo. El cálculo de la trayectoria, más bien compleja, trata de aprovechar al máximo su paso cerca de un planeta porque su atracción gravitatoria sirve para desviar el camino de la sonda y aumentar la velocidad. Esta técnica es llamada *gravity assist* (carambola, honda gravitatoria). Es algo similar a colgarse de un tranvía para viajar gratis. Pero la trayectoria calculada para cada misión tiene en cuenta una disposición altamente precisa de los planetas en un momento concreto, por lo que la sonda debe partir en un determinado periodo de tiempo, llamado *ventana de lanzamiento.* Debido a estos cálculos, se hizo necesario efectuar el lanzamiento en 1997.



Querría saber cómo funciona el contador de Geiger-Müller

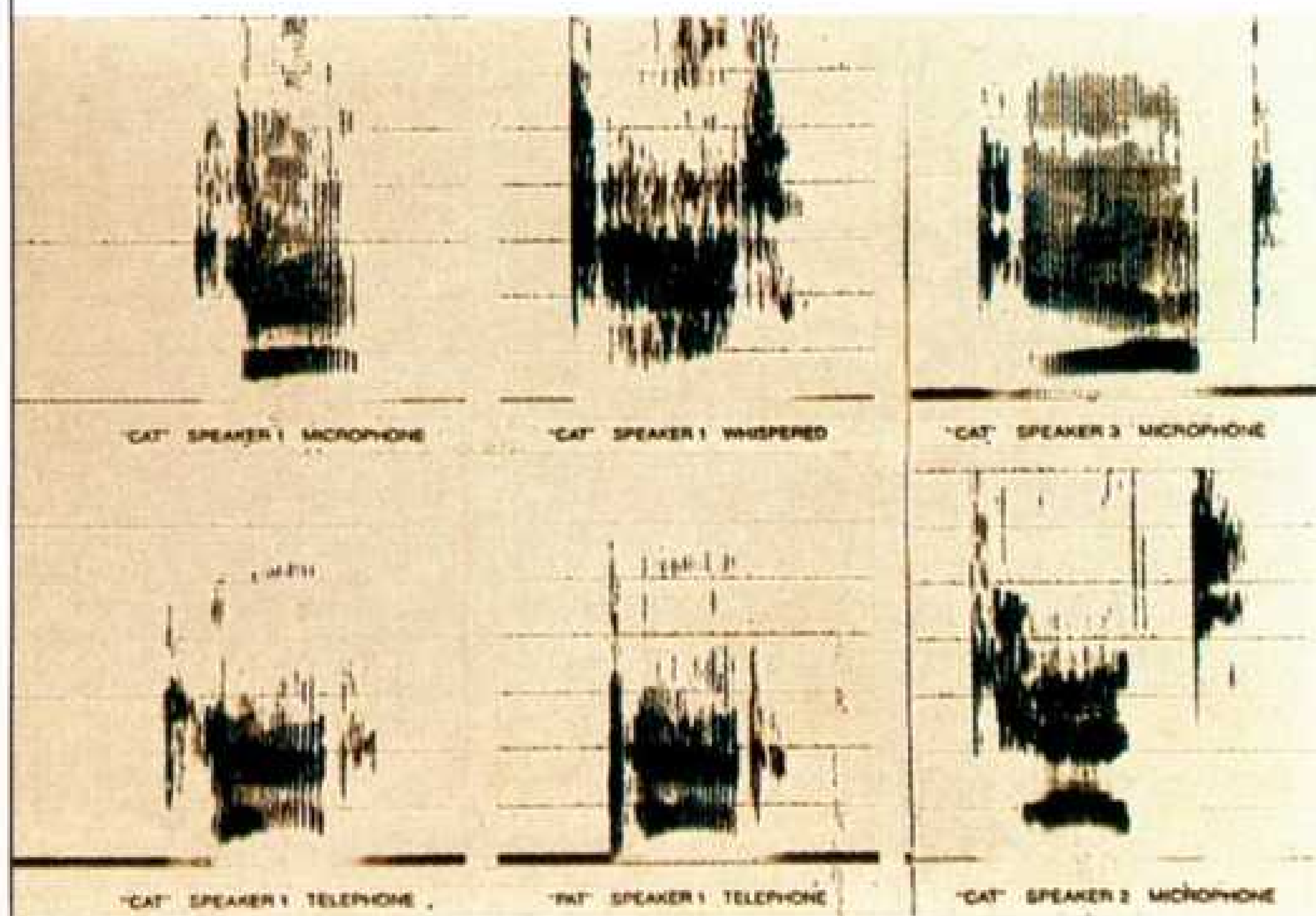
José María Velasco, *Bilbao*

Es un instrumento que sirve para revelar la presencia en el ambiente de partículas cargadas eléctricamente. Está formado por un tubo metálico que se encuentra cerrado en los extremos y que contiene gas a presión reducida.
Un hilo metálico (el colector) tendido a lo largo del eje del contenedor (cátodo), y por tanto aislado, se mantiene con un potencial positivo inferior al potencial de descarga respecto al tubo. El hilo y el contenedor están a su vez conectados externamente por un circuito amplificador, que manda impulsos eléctricos a un contador y, eventualmente, también a un altavoz. Cuando una partícula cargada eléctricamente penetra en el tubo, ioniza el gas, provocando en ese momento una breve descarga eléctrica entre el hilo y la envoltura, que se registra por el circuito externo.

¿Por qué la voz de las mujeres suele ser más aguda?

Violeta Márquez, *Madrid*

Cuando la frecuencia de un sonido aumenta, también lo hace su *elevación* de forma inversamente proporcional a las dimensiones del sistema vibrante (en el siglo VI a.C. ya se estudiaban las relaciones entre la longitud de las cuerdas vocales y la elevación de los sonidos). Las mujeres poseen una voz más aguda porque sus cuerdas vocales miden unos 10 mm., frente a 18 de los hombres. Dentro del mismo sexo, el tono varía en función del tamaño.





¿Cuál es la causa de que el agua del mar sea más salada en unas zonas que en otras?

Luis Casares, *Lugo*

La composición química del agua del mar es muy compleja y depende de diversos factores. Por un lado, el aporte de las aguas continentales, los intercambios y la interacción entre la superficie marina y la atmósfera; también influyen los procesos químico-físicos que se dan entre los iones (con carga positiva y negativa: cationes y aniones) y los minerales que constituyen los sedimentos del fondo o que se encuentran en suspensión, así como los procesos bioquímicos, como la fotosíntesis y el metabolismo de los distintos organismos presentes en el ambiente marino y la aportación de aguas residuales. En el agua del mar, se encuentran sales inorgánicas, gases y sustancias orgánicas presentes en los elementos naturales, aunque en porcentajes distintos. Los principales elementos que determinan la salinidad son el sodio, el cloro, el magnesio, el calcio y el potasio. El más abundante, entre los cationes, es el sodio, y entre los aniones, el cloro, por lo que el residuo seco que se obtiene de la evaporación del agua marina está constituido por cloruro de sodio.

¿CUÁNDO SE ENUNCIÓ EL CONCEPTO DEL PLANO CARTESIANO?
En 1637, en el libro *Geometrie*, de René Descartes: «Todo elemento geométrico es un conjunto de números correspondientes a sus coordenadas en el plano».

Si los padres son Rh positivo, ¿el hijo puede ser Rh negativo?

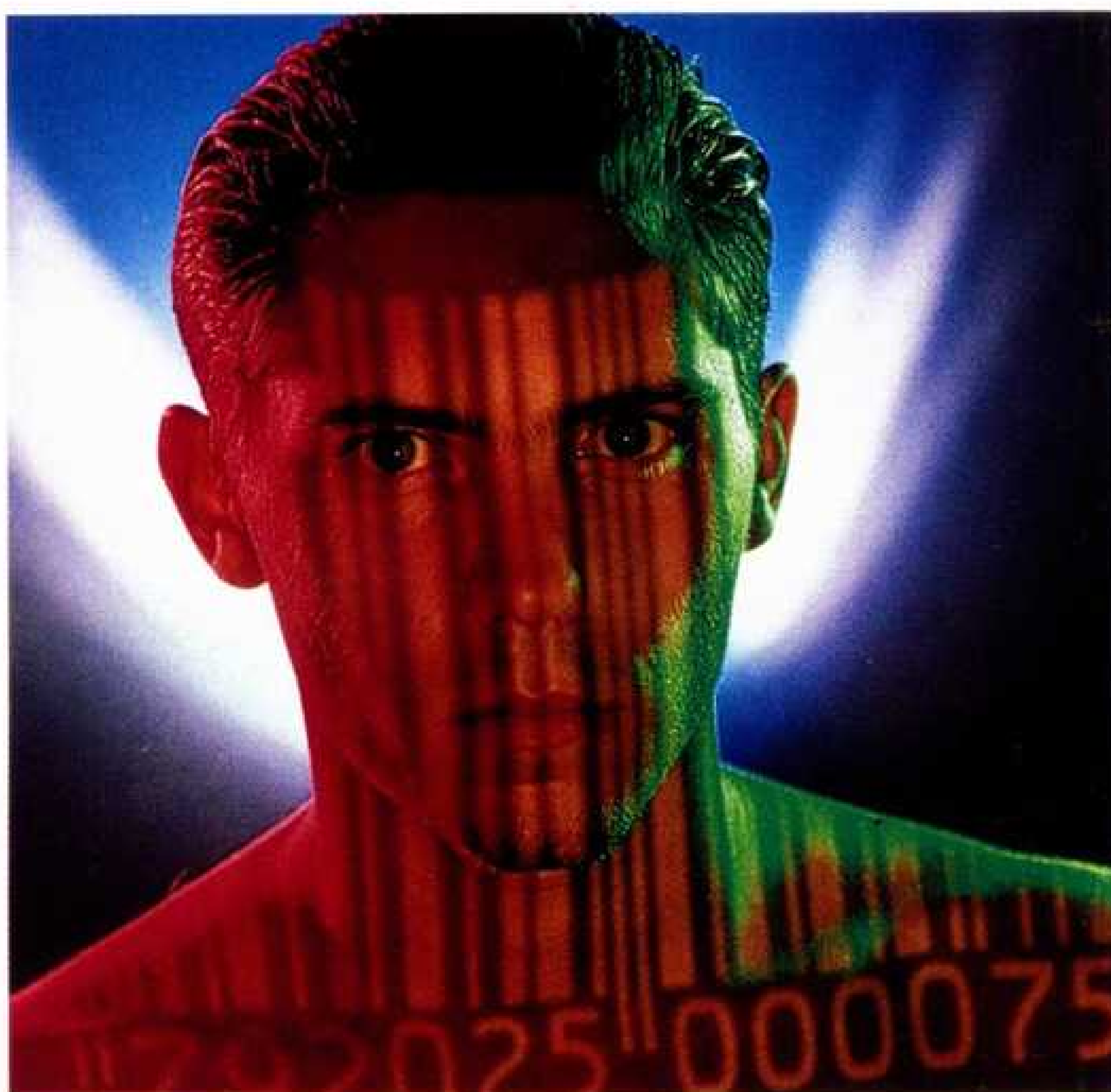
Asunción Carpintero, Alcalá de Henares

Depende del grupo sanguíneo de la madre. Si ésta es Rh positivo, entonces el hijo no puede ser nunca Rh negativo. En cuanto a la otra pregunta que formula la lectora sobre si la herencia del Rh cumple las leyes de Méndel, la respuesta es afirmativa.

¿Cuándo y por qué se inventaron los códigos de barras? ¿Es posible que distintos productos tengan el mismo código?

Pedro Castaño, *Teruel*

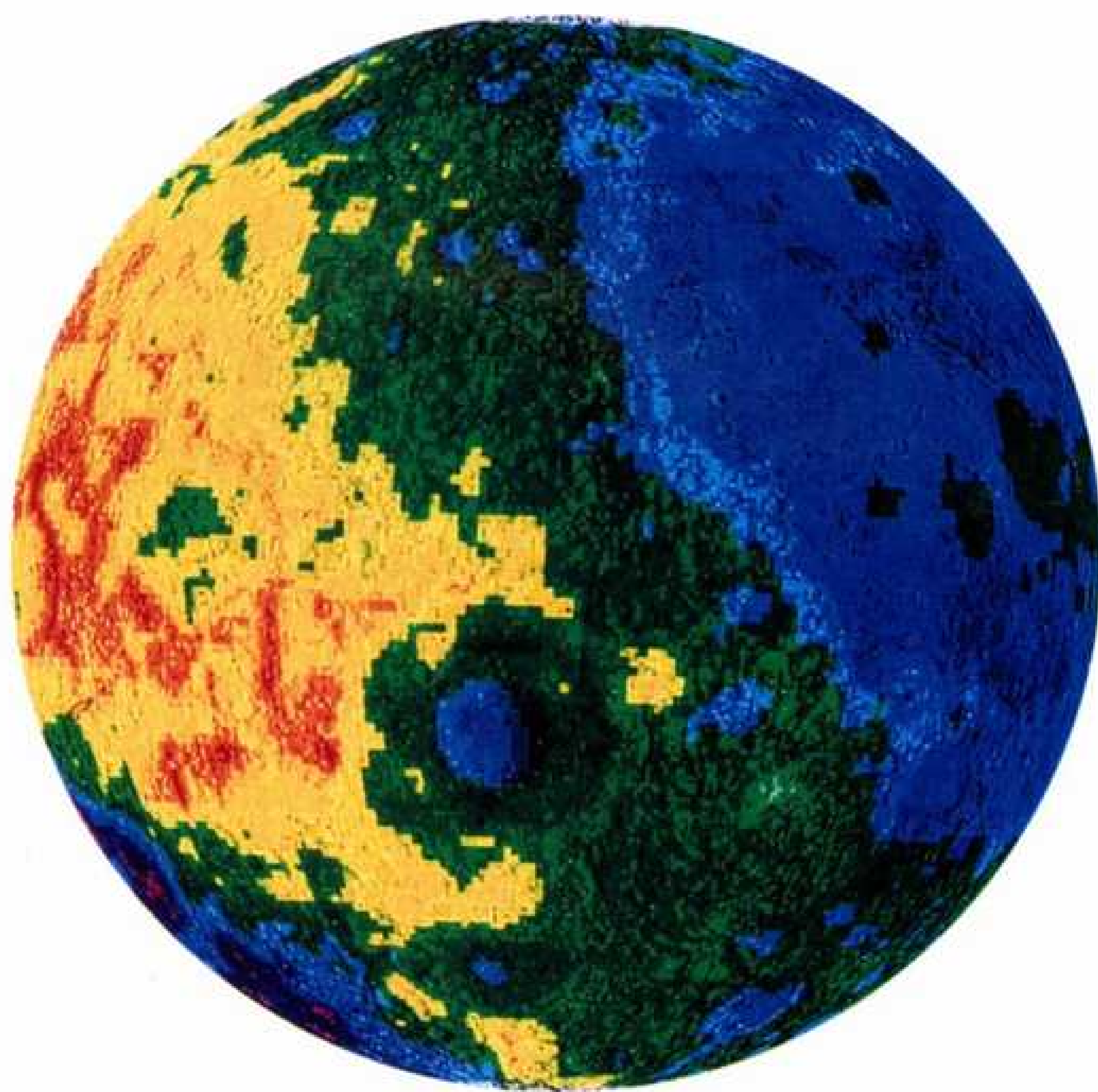
La tecnología de los códigos de barras fue inventada por Jerome Lemelson, que falleció el año pasado dejando un increíble patrimonio de patentes (500) y de ideas importantes para la vida cotidiana. La patente del código de barras fue reconocida en 1989, aunque la petición fue presentada a las autoridades norteamericanas en 1956. Este sistema es un auténtico *carnet de identidad* para el producto, ya que a cada código le corresponde un único objeto. La secuencia de barras y números corresponden al país de fabricación (las primeras dos cifras), la clave del fabricante (las siguientes cinco cifras) y al tipo de producto (las últimas cinco). Los códigos son interpretados mediante lectores ópticos, que pueden ser o una especie de bolígrafo o un escáner. De esta forma, el ordenador lee los datos del producto, transformando la cifra del código en información.



¿En qué se diferencian la sacarina y la sacarosa?

Marisa Domínguez, Segovia,

Químicamente hablando, la sacarosa es el azúcar común, un carbohidrato disacárido que se halla en los vegetales. De hecho, se obtiene de la caña de azúcar o de la remolacha y, por hidrólisis, se escinde en glucosa y fructosa. Sin embargo, la sacarina es un compuesto orgánico dotado de elevadísimas propiedades edulcorantes (500 veces más dulce que el azúcar). Industrialmente se elabora a partir del alquitrán y se le conoce científicamente como 2-sulfobenzoico.



¿Qué son los 'mares' de la Luna?

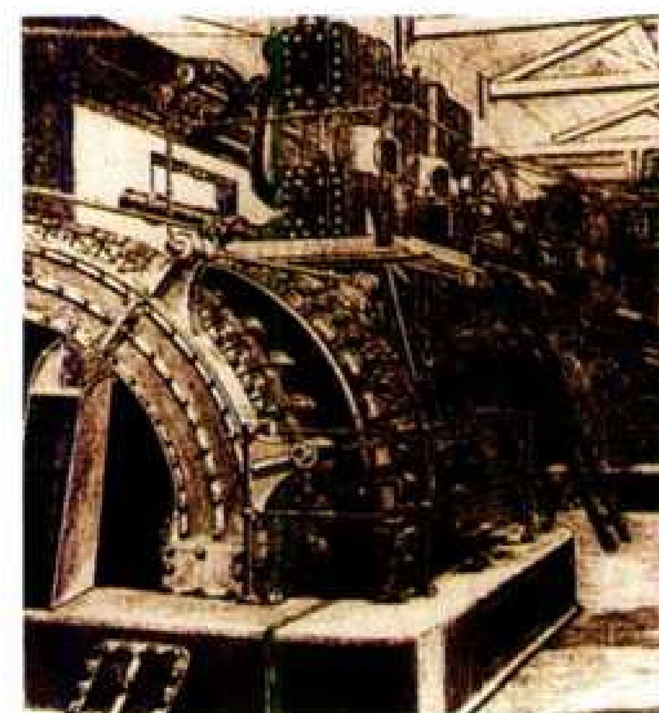
Marta Castro, *Zaragoza*

Los *mares* de la Luna son llanuras vastísimas o regiones ligeramente onduladas producidas por efusiones de lava, ya solidificada, que provienen del subsuelo y provocadas por la caída de meteoritos enormes sobre la superficie lunar. En ocasiones, estos *mares* están rodeados de cadenas montañosas, visibles muy nítidamente también desde la Tierra, sobre todo, cuando la fase lunar se encuentra próxima a los cuartos y las montañas aparecen iluminadas oblicuamente.

¿Quién utilizó, por primera vez, el término 'jumbo' como sinónimo de grande?

Paula Cáceres, *Málaga*

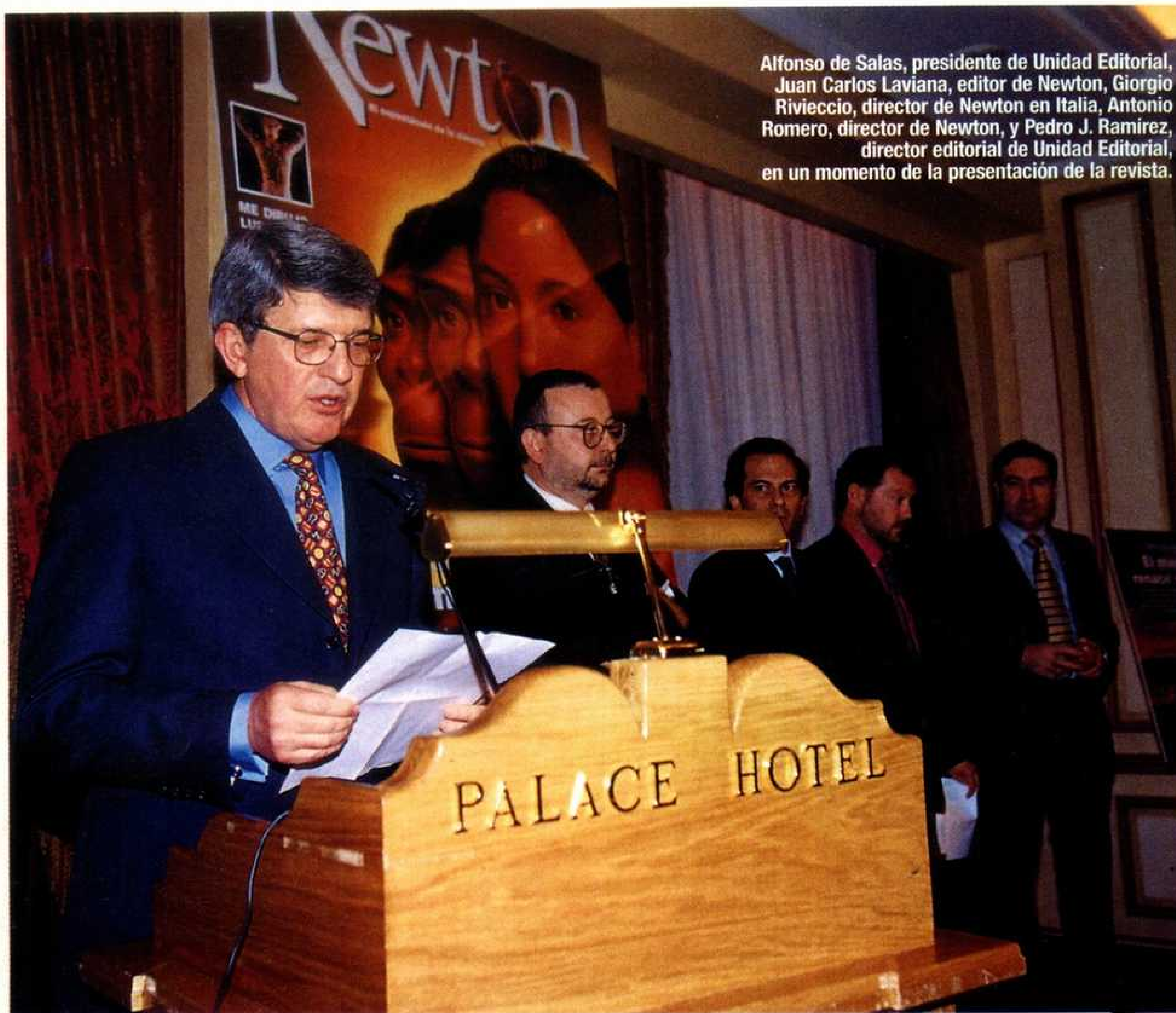
Thomas A. Edison, inventor de la lámpara incandescente, fue el primero en utilizar la palabra *jumbo* como sinónimo de grande. En 1882, entró en funcionamiento, en Londres, la primera central eléctrica, seguida posteriormente por la de Pearl Street, en Nueva York. Edison concibió un sistema de generación y distribución de la electricidad con maquinarias como la dinamo y el transformador que, aunque no eran de su invención, contribuyeron a organizar la red. La central de Nueva York contaba con generadores de 90 kilowatios, capaces de iluminar un barrio entero. Eran potentísimos para aquella época y fueron llamados Jumbo, nombre de un elefante de tamaño excepcional del circo Barnum. A partir de ese momento, fue un sinónimo de grandeza. En 1968, se bautizó al Boeing 747 con el mismo apelativo.





oct. 7, 1998

La nueva frontera de Newton



Alfonso de Salas, presidente de Unidad Editorial, Juan Carlos Laviana, editor de Newton, Giorgio Rivieccio, director de Newton en Italia, Antonio Romero, director de Newton, y Pedro J. Ramírez, director editorial de Unidad Editorial, en un momento de la presentación de la revista.



Felipe Moreno, del departamento de Biología Molecular del Hospital Ramón y Cajal, y José Antonio Abrisqueta, jefe del departamento de Genética Humana del CSIC.



Mariano Esteban, director del Centro Nacional de Biotecnología.



El periodista José Luis Gutiérrez y Mauricio Carlotti, director general de Tele 5.

Todos estaban allí para ver caer la manzana de la ciencia. A la fiesta de presentación de *Newton* acudió una amplia representación del mundo científico, cultural y político de nuestro país, que arropó con su presencia la aparición de la nueva revista de divulgación del Grupo Unidad Editorial.

Al acto asistieron Alfonso de Salas, presidente de Unidad Editorial, Juan Carlos Laviana, editor de la publicación, y Giorgio Rivieccio y Antonio Romero, directores de *Newton* en Italia y España, respectivamente. Para el director de El MUNDO, Pedro J. Ramírez, en el siglo XXI, «el saber o no saber establecerá una nueva frontera y creará un nuevo tipo de analfabetos, los que no sepan relacionarse con su entorno. Gracias a *Newton*, se puede empezar a estar del lado correcto del conocimiento».



José María Michavilla, Javier Gómez de Liaño, Luis de Grandes y Ana Mato.



El ex fiscal General del Estado, Carlos Granados



La fiscal María Dolores Márquez de Prado



Julio Villanueva, del comité científico de la Fundación Ramón Areces y César Nombela, presidente del CSIC.



Montserrat Gomendio, directora del Museo Nacional de Ciencias Naturales.